

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль  
«Оборудование и технология сварочного производства»

Кафедра «Сварочное производство»

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема работы	
<b>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА НАПЫЛЕНИЯ ШТОКОВ ГИДРОЦИЛИНДРОВ ШАХТНОЙ КРЕПИ</b>	
УДК <u>621.793.74:622.28-229.384.001.6</u>	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А42	Зубков Максим Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Зернин Е.А	К.Т.Н		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Нестерук Д.Н.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой БЖДЭиФВ	Солодский С.А.	К.Т.Н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

И.о. зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Сварочного производства	Ильященко Д.П.	К.Т.Н.		

Юрга – 2018 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.

P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
Код результатов	Результат обучения  (выпускник должен быть готов)
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефтегазодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.

P12	<p>Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности</p>
-----	---

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**  
**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль  
«Оборудование и технология сварочного производства»

Кафедра «Сварочное производство»

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. зав. кафедрой  
Д.П. Ильященко  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломный проект
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
10А42	Зубков Максим Сергеевич

Тема работы:

Разработка и проектирование участка напыления штоков гидроцилиндров шахтной крепи	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	25.01.2018 г. № 7/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2018
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</p>	<p>Материалы преддипломной практики</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обзор литературы.</li> <li>2. Объект и методы исследования.</li> <li>3. Результаты проведенного исследования.</li> <li>4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</li> <li>5. Социальная ответственность.</li> </ol>

<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>		1. ФЮРА.0МКЮ.4У.56.111 Шток первой ступени 2. ФЮРА 00001.111.ЛК План участка
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>		
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>	
Технологическая и конструкторская часть	Зернин Е.А	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Нестерук Д.Н.	
Социальная ответственность	Солодский С.А.	
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</b>		
Реферат		

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	05.02.2018
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Зернин Е.А	К.Т.Н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А42	Зубков М.С.		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль  
«Оборудование и технология сварочного производства»

Кафедра «Сварочное производство»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2017 – 2018 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект
------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
на выполнение выпускной квалификационной работы**

Срока сдачи студентом готовой работы	08.06.18
--------------------------------------	----------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
21.03.2018	Обзор литературы	20
13.04.2018	Объекты и методы исследования	20
20.04.2018	Расчет и аналитика	20
07.05.2018	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
28.05.2018	Социальная ответственность	20

**Составил преподаватель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Зернин Е.А	К.Т.Н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

И.о. зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Сварочного производства	Ильященко Д.П.	К.Т.Н.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
10А42	Зубкову Максиму Сергеевичу

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Высшее	Направление/специальность	Машиностроение

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

*Оценка стоимости оборудования для разрабатываемого технологического процесса*

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

2. Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

3. Определение затрат на вспомогательные материалы

4. Определение затрат на заработную плату

5. Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

*При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию*

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	05.02.2018
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Нестерук Д.Н.	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А42	Зубков М.С.		



## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А42	Зубкову Максиму Сергеевичу

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Высшее	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:	Вредные и опасные производственные факторы, возникающие на участке сборки сварки основания.
Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.
3. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.).
4. Охрана окружающей среды:	Вредные выбросы в атмосферу.
5. Защита в чрезвычайных ситуациях:	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте. Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).
6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Проектирование системы или устройств, улучшающих условия труда.
Перечень графического материала	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	<b>05.02.2018</b>
---	-------------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Зав. кафедрой БЖД и ФВ	Солодский С.А.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
10А42	Зубков М.С.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 109 листов, 2 графических материала, 28 источника.

Ключевые слова: газотермическое напыление, электродуговое напыление, EuTronic Arc Spray 4, шток гидроцилиндра

Актуальность работы заключается в повышении надежности изделий, снижение себестоимости их изготовления и обслуживания, продление срока эксплуатации, а также современные технологии реновации путем восстановления работоспособности узлов до уровня новых - наиболее приоритетные направления повышения конкурентоспособности продукции машиностроительных предприятий

Объектом исследования является процесс электродугового напыления штока гидроцилиндра шахтной крепи.

Цель работы:

Разработать технологию газотермического напыления и спроектировать участок для штока гидроцилиндра шахтной крепи.

Задачи: Провести анализ способов повышения эксплуатационных показателей рабочих поверхностей деталей разного назначения. Анализ способов напыления.

Разработка технологию напыления штока первой ступени гидроцилиндра.

Определить себестоимость разрабатываемого технологического процесса.

В 1 главе «Обзор литературы» рассмотрены различные способы сварки больших толщин, проведена их классификация и сравнение.

Во 2 главе «Методика проведения экспериментального исследования» идет описание методики проведения экспериментального исследования.

В 3 главе «Экспериментальные исследования» показано проведение экспериментов и представлены результаты.

В 4 главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассчитана экономическая эффективность

ВКР выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010 и КОМПАС–3D V16 и представлена на диске (в конверте на обороте обложки).

## Summary

Final qualification work contains 109 sheets, 2 drawings, the 28th source.

Keywords: gas-thermal dusting, arc dusting, EuTronic Arc Spray 4, hydraulic cylinder rod

The relevance of work consists in increase in reliability of products, decrease in cost of their production and service, extension of term of operation and also modern technologies of renovation by maintenance of knots to the level of new - the most priority directions of increase in competitiveness of production of machine-building enterprises

Object of a research is process of arc dusting of a rod of a hydraulic cylinder of a mine krepiya

Work purpose:

To develop technology of gas-thermal dusting and to design the site for a rod of a hydraulic cylinder of a mine timbering.

Tasks:

To carry out the analysis of ways of increase in operational indicators of working surfaces of details of different function the Analysis of ways of dusting.

Development technology of dusting of a rod of the first step of a hydraulic cylinder.

To define cost of the developed technological process.

In 1 head "The review of literature" various ways of welding of big thickness are considered, classification and comparison is carried out them.

In the 2nd head "The technique of conducting pilot study" goes the description of a technique of conducting pilot study.

Carrying out experiments is shown in the 3rd chapter "Pilot studies" and results are presented.

In the 4th head "Financial management, a resursoeffektivnost and resource-saving" the economic efficiency is calculated

Final qualification work is executed in a text editor of Microsoft Word 2010 and KOMPAS-3D V16 and presented on a disk (in an envelope on the back of a cover).

## Определение, обозначения, сокращения

ЕСТД - Единая система технической документации

КПД – Коэффициент полезного действия

ГТН – Газотермическое напыление

ВКР – Выпускная квалификационная работа

НД – Нормативный документ

СН – Санитарные нормы

## Содержание

Введение.....	20
1 Обзор литературы .....	21
1.1 Представление о напылении .....	21
1.2 Газопламенное напыление.....	23
1.3 Сверхзвуковое напыление .....	26
1.4 Детонационно - газовое напыление.....	28
1.5 Электродуговое напыление .....	33
1.6 Плазменно-дуговое напыление .....	41
1.7 Высокочастотное напыления .....	46
1.8 Заключение .....	48
2 Объект и методы исследования .....	50
2.1 Формулировка проектной задачи.....	50
2.2 Теоретический анализ.....	51
3 Результаты проведенного исследования .....	52
3.1 Инженерный расчёт .....	52
3.1.1 Выбор способа газотермического напыления и напыляемых материалов. ....	52
3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа газотермического напыления .....	55
3.1.3 Расчёт режимов электродугового напыления.....	60
3.2 Технологический раздел.....	60
3.2.1 Технологический анализ выбранного производства.....	60
3.2.2 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса .....	62
3.2.3 Нормирование операций .....	62
3.2.4 Выбор технологического оборудования.....	65
3.2.5 Контроль технологических операций.....	69
3.2.6 Разработка технической документации.....	71



3.3	Приспособления для напыления на шток гидроцилиндра .....	74
3.4	Пространственное расположение производственного процесса .....	74
3.4.1	Состав сборочно-сварочного цеха .....	74
3.4.3	Расчет основных элементов производства .....	75
3.4.3.1	Определение требуемого количества оборудования .....	75
3.4.3.2	Определение состава и численности работающих .....	77
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	79
4.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления .....	79
4.2	Определение затрат на основные и обрабатывающие материалы .....	80
4.3	Определение затрат на заработную плату .....	81
4.4	Определение затрат на силовую электроэнергию .....	82
4.5	Затраты на амортизацию и ремонт оборудования .....	82
4.6	Определение затрат на содержание помещения .....	83
4.7	Расчет технико-экономической затрат и себестоимости .....	83
4.8	Заключение .....	84
5	Социальная ответственность .....	85
5.1	Описание рабочего места .....	85
5.2	Техногенная безопасность .....	86
5.3	Законодательные и нормативные документы .....	87
5.4	Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности .....	89
5.4.1	Поражение электрическим током .....	89
5.4.2	Вращающиеся части станков .....	90
5.4.3	Слабое и ненадежное крепление инструмента .....	91
5.5	Анализ вредных факторов при изготовлении штока и мероприятия по их устранению .....	91
5.6	Производственное освещение .....	92
5.7	Расчет искусственного освещения .....	92
5.8	Повышенный уровень шума .....	93
5.9	Некомфортабельные условия .....	94

5.10 Региональная безопасность.....	95
5.11 Защита атмосферы .....	97
5.12 Защита гидросферы .....	99
5.12 Защита литосферы .....	100
5.14 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	102
5.15 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ..	103
Заключение .....	106
Список использованных источников .....	107
Приложение А – Технологический процесс напыления штока гидроцилиндра	

ФЮРА 001.111 Шток гидроцилиндра первой ступени

ФЮРА 000001.111План участка

Диск CD-R

Актуальность работы	На слайде
Цель и задачи работы	На слайде
Общие сведения о гальваническом хромировании и газотермическом напылении	На слайде
Преимущества газотермического напыления	На слайде
Способы газотермического напыления	На слайде
Оборудование для электродугового напыления EuTronic Arc Spray 4	На слайде
Напыляемый материал	На слайде
Схема электродугового напыления	На слайде

Напыляемый материал	На слайде
Режимы электродугового напыления	На слайде
Разработанный технологический процесс	На слайде
Сравнение хромирования и напыления	На слайде
Сравнительные показатели покрытия	На слайде
Основные выводы по работе	На слайде

## Введение

В виду того, что к рабочим поверхностям деталей машин, при разных условиях эксплуатации требуются определенные свойства: износостойкости, жаростойкости, коррозионной стойкости и т.д, и для того чтобы обеспечить деталям требуемые свойства не обязательно использовать другие материалы для детали, возможно использование напыления на поверхность детали для придания защитных свойств.

Повышение надежности изделий, снижение себестоимости их изготовления и обслуживания, продление срока эксплуатации, а также современные технологии реновации путем восстановления работоспособности узлов до уровня новых - наиболее приоритетные направления повышения конкурентоспособности продукции машиностроительных предприятий.

Напыление - это процесс нанесения на поверхность детали покрытия при помощи высокотемпературной скоростной струи, содержащей капли или частицы порошка напыляемого материала, которые оседают на поверхности напыляемой детали.

# 1 Обзор литературы

## 1.1 Представление о напылении

Повышение надежности изделий, снижение себестоимости их изготовления и обслуживания, продление срока эксплуатации, а также современные технологии реновации путем восстановления работоспособности узлов до уровня новых - наиболее приоритетные направления повышения конкурентоспособности продукции машиностроительных предприятий.

В странах Европы и США сегодня существуют жесткие ограничения на процессы с эмиссией шестивалентного хрома. В промышленно развитых странах освоение техники газотермического напыления происходит путем вытеснения "грязных" гальванических технологий. Ситуация в России, сложившаяся в 80-90 гг. позволяет не реанимировать устаревшие технологии, а адаптируясь к новым условиям, вместо гальванических методов использовать новейшие технологии газотермического напыления. Применение технологий нанесения защитных покрытий, среди которых наиболее перспективным представляется газотермическое напыление, является одним из таких путей. В общем смысле газотермическое напыление объединяет следующие методы: детонационное напыление, плазменное напыление, газопламенное напыление, высокоскоростное газопламенное напыление, напыление с оплавлением, электродуговая металлизация. Каждому из этих методов присущи свои особенности, свои достоинства и недостатки. Помимо экологических аспектов эти процессы предоставляют такие преимущества, как увеличение срока службы деталей.

Вот коротко возможности напыления:

\* Покрyтия возможно нанести из различных, используют практически любой плавящийся материал, который можно подать как порошок или проволоку;

\* Перемешивания основного материала и материала покрытия отсутствует;

\* Нагрев поверхности не высок в пределах 150-200<sup>0</sup>С при нанесении покрытия не вызывает заметного коробления и отпуска материала основы;

\* Возможно нанесение более одного слоя на поверхность, каждый слой будет выполнять свои функции (например, коррозионно-стойкий + термобарьерный);

\* Покрyтия могут быть толщиной от 0,01 до 10 и более мм (в зависимости от наносимого материала); возможна покрытие будет иметь заданную пористость от 0 до 30 и более процентов.

Технология напыления зависит от используемого источника тепловой энергии и разделяется на два основных вида, технологии напыления: газопламенное напыление, выделяющее теплоту, использованную в процессе, при смеси кислорода и горючего газа, и напыление, основа которого лежит на использование теплоты, выделяемой при горении электрической дуги газoeлектрическое напыление [1].

В соответствии с видами разделяют несколько способов напыления:

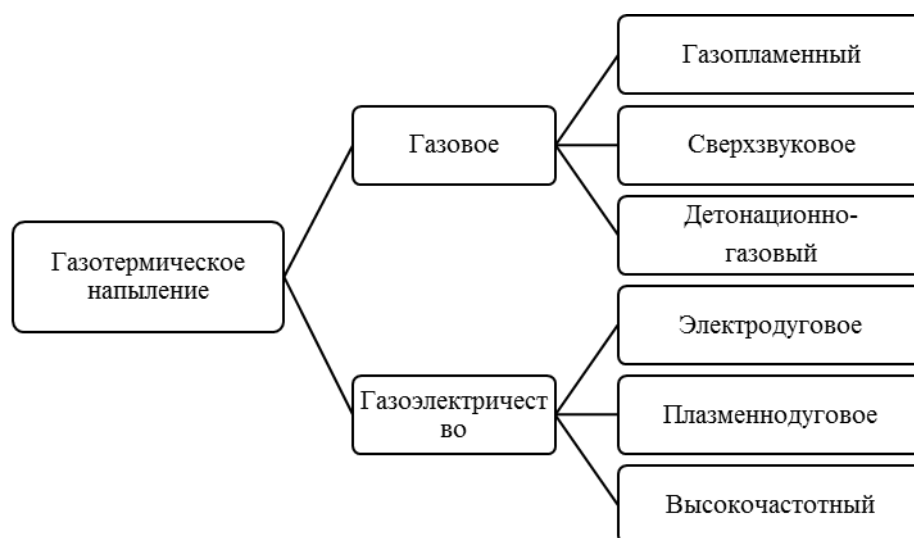


Рисунок 1 Схема видов газотермического напыления

## 1.2 Газопламенное напыление

Газопламенное напыление осуществляется от, результата сгорания и выделения теплоты различных горючих газов (пропан-бутана, природного газа, ацетилен, и др.) в кислородной среде.

Наибольшее применение, из всех горючих газов, получил ацетилен. При сгорании ацетилен в смеси с кислородом удается получать температуру пламени, достигающую 3100-3200°C, что выше температуры его заменителей на 500-800°C.

Газопламенное напыление, в зависимости от применяемого материала, подразделяют на два вида: порошковое напыление, напыление проволокой и прутком. В случае с прутком или проволокой, проволоки направляются через отверстие горелки находящееся в центре, где попадают в высокотемпературную зону пламени и там происходит расплавление и распыление, при помощи механизма подачи.

Порошки предпочтительно применяют для восстановления деталей, с помощью порошков можно регулировать, состав наносимого покрытия в более широких пределах по сравнению с проволоками, - это способствует повышению прочности сцеплений с основой.

В зависимости от места подвода порошка в горелку и его транспортирования в зону пламени, газопорошковое напыление, подразделяют на два способа.

1. Из питателя, порошок как видно на рисунке 2 поступает в центральный канал горелки, подается в факел ацетиленокислородного пламени, транспортирующим газом, струей которого оплавляется и направляется на поверхность детали, образуя заданный слой покрытия.

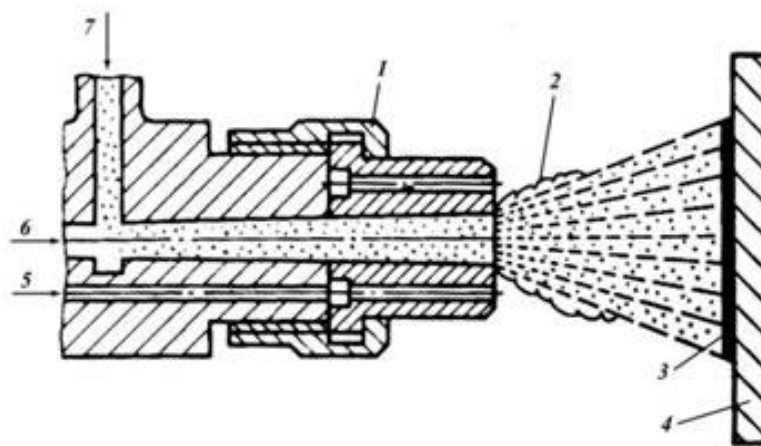


Рисунок 2 Схема газопламенного напыления транспортирующим газом:

1-сопло; 2 - пламя; 3- покрытие; 4 - напыляемая деталь; 5 - кислород и горючий газ; 6 - транспортирующий газ; 7 - напыляемый порошок

1.2.2 Порошок из бункера (Рисунок 3) подается с внешней стороны мундштука в зону пламени, где его частицы оплавляются и направляются газовым потоком на поверхность напыляемой детали.

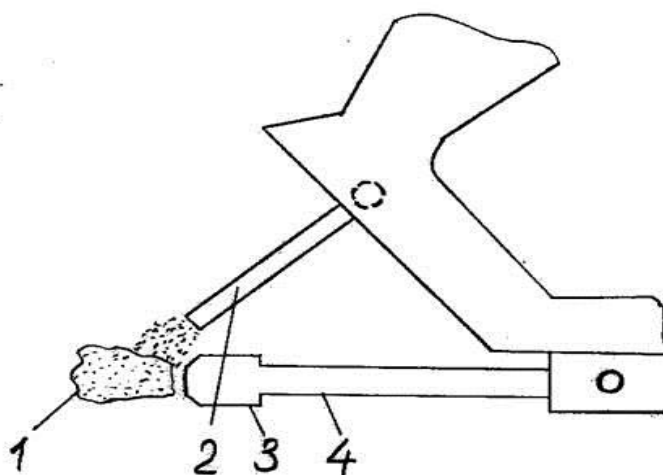


Рисунок 3 Схема напыления с внешним вводом порошка в зону пламени: 1 - пламя; 2 - трубка, подводящая порошок; 3 - мундштук; 4 – наконечник

Применяемый транспортирующий инертный газ, для подачи порошка, в первом способе дает возможность уменьшить его окисление.

Во втором способ имеет тот же недостаток что и первый, но используемое оборудование проще и упрощает выбор оптимального режима



Для получения износостойких покрытий, при восстановлении детали как правило применяются порошковые сплавы системы Ni-B-Cr-Si, но для напыления подслоев - экзотермические сплавы.

Для, работающих в условиях трения стальных и чугунных деталей, напыление применяют аустенитные и хромистые с содержанием 13% Cr, хромоникелевые стальные проволоки с содержанием 0,3-0,8% C и др.

При газопламенном и плазменном напылении технологические операции, касающиеся подготовки детали и порошка, аналогичны и выполняются на одном и том же оборудовании. Наиболее качественные покрытия получаются при первоначальном напылении подслоя терморезирующим порошком толщиной 0,05-0,15 мм, а затем основного слоя износостойким порошковым сплавом толщиной 2 мм., при одних и тех же режимах напыления наносят подслой и основной слой: давление кислорода 0,35-0,45 МПа; давление ацетилена 0,03-0,05 МПа; расход кислорода 960-1100 л/ч; расход ацетилена 900-1000 л/ч; расстояние от среза сопла мунштука до наплавляемой поверхности 160-200 мм; продольная подача 3-5 мм/об; расход порошка 2,5-3 кг/ч .

В зависимости от размеров детали выбирается соответствующая мощность пламени. Для процесса напыления применяют разное пламя: восстановительное (нормальное) или науглероживающее (с небольшим избытком ацетилена). Для начала напыления деталь подогревают до температуры 50-100°C.

Из описания процесса наплавки напылением с одновременным оплавлением следует что данный процесс трудно контролировать и поэтому наплавка производится вручную, а качество покрытия на прямую зависит от квалификации и визуального контроля сварщика

Совмещение операций при этом способе позволяет сократить время на восстановление детали. Данный способ рекомендуют использовать для деталей малых размеров, или для единичного и мелкосерийного. Таким способом восстанавливают, например, кулачковые валы топливных насосов

тракторных двигателей. Этот способ отличается высоким качеством получения покрытий; припуск на механическую обработку не превышает 0,5-0,7 мм, прочность сцепления 300-400 МПа, вполне достаточная для деталей, работающих в условиях знакопеременных нагрузок[2].

### 1.3 Сверхзвуковое напыление

Использование сверхзвуковых струй при газотермическом напылении является немногим из главных методов современного развития этой технологии. Основой данного метода – это нагрев порошковых частиц с одновременным ускорением их при нанесении до сверхзвуковых скоростей. Посредством газовой струи, частицы порошка, транспортируются на деталь, при ударе о подложку довольно высокая кинетическая энергия частиц превращается в тепловую. Повышение скорости и кинетической энергии частиц напыляемого материала позволяет, с одной стороны, улучшить условия формирования покрытий, а с другой — ограничить вредное воздействие окружающей среды и снизить интенсивность процессов термического разложения материалов. В качестве напыляемых материалов используются различные металлические и металлокерамические порошки.

Специалистами Института электросварки им. Е. О. Патона и Института газа разработаны технология и оборудование для сверхзвукового напыления с использованием плазмы продуктов сгорания углеводородных газов с воздухом. Плазмотрон генерирует слаборасширенную струю плазмы продуктов сгорания со степенью недорасширения 1,1-3,0 м и скоростью истечения до 3000 м/с. Измерения показали, что скорость частиц на дистанции напыления 250-300 мм в случае использования порошка WC-12 составила 480 м/с, оксида алюминия — 420 м/с, оксида хрома — 430 м/с, железоникелевого сплава — 500 м/с[3].

Существует возможность регулировать температуру в пределах 3500-6500 К, что позволяет эффективно напылять как легкоплавкие материалы (алюминий и его сплавы), так и тугоплавкие (например, диоксид циркония). Пористость покрытия на оптимальных режимах составляет 0,5-3,0%, а прочность сцепления — 60-120 МПа. Производительность напыления оксида алюминия достигает 20 кг/ч, а вольфрам-кобальтовых твердых сплавов — 40 кг/ч.

При сверхзвуковом плазменном напылении добавление метана или пропан-бутана к воздуху делает высокотемпературный участок плазменной струи, в котором происходит нагрев и ускорение частиц порошка, более протяженным, а профиль температур и скоростей более заполненным. Скорость частиц порошка Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> размером 80 мкм при сверхзвуковом газозвуковом напылении на дистанции 250 и 300 мм составляет 330-500 м/с. При этом гарантированный срок службы анода равен 40-50 ч. Ресурс работы катода с гафниевой вставкой составляет 6-10 ч, с циркониевой — 4-6 ч [3].

В случае сверхзвукового воздушногазового плазменного напыления аморфизирующегося сплава Fe-Mo-Cr-Ni-V благодаря высокой кинетической энергии частиц происходит их интенсивное расплющивание, что обеспечивает плотный контакт с основой. Это приводит к повышенной степени аморфизации напыленного материала.

При сверхзвуковом плазменном напылении покрытия из различных порошковых материалов характеризуются низкой пористостью (0-3%), высокой прочностью сцепления с основой (до 150 МПа) и повышенной микротвердостью.

#### 1.4 Детонационно - газовое напыление

Со скоростью, превышающей скорость звука происходит циклический характер подачи порошка на напыляемую данным методом поверхность детали, - это является главной отличительной особенностью детонационного напыления. Циклический процесс напыления получается при помощи детонационных установок, принципиальная схема которых представлена на рисунке 4.

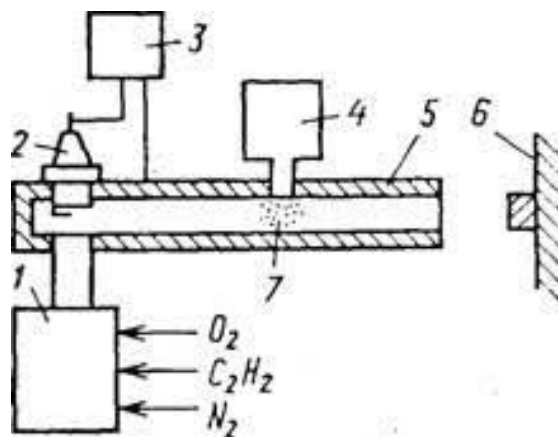


Рисунок 4 Схема детонационных устройств

В общем виде детонационные установки состоят из блока 4 подачи напыляющего порошка, включающего порошковый питатель и дозирующее устройство; блока 1, служащего для образования требуемых газовых смесей и заполнения ими ствола детонационной установки с заданной скоростью; блока поджига 3 и воспламенителя 2, предназначенных для инициирования взрыва рабочей смеси; ствола 5, представляющего собой трубу диаметром 20-50 мм, длиной 1-2,5 м и предназначенного для направленного распространения взрывной волны в сторону открытого конца ствола.

Принцип действия установки состоит в следующем. В ствол 5 из блока 1 подается газовая смесь. Одновременно с этим через дозирующее устройство из питателя порошкового назначенными порциями выдувается порошок и с использованием газа - азота или воздуха - мелкодисперсный

порошок вбивается в газовую смесь непосредственно перед ее зажиганием, затем воспламенителем 2 поджигают газовую смесь. В результате воспламенения и перемещения по каналу горючей смеси происходит ее взрыв с выделением значительного количества теплоты и образованием детонационной волны, волна во много раз ускоряет частицы и выбрасывает через ствол на поверхность детали 6 напыляемые частицы 7 со скоростью, определяемой геометрией ствола и составом газа.

Покрyтия наносимые детонационное напыление малоизученный процесс и достаточно сложный. Плазменное напыление во многом похоже на детонационное. Оба метода объединяет то, что сцепление частиц с подложкой и между собой может происходить в расплавленном, оплавленном и твердом состояниях. За счет химического взаимодействия происходит кристаллизация на поверхности детали растекшихся частиц и этим обеспечивается прочное сцепление. Но в тоже время есть существенное отличие, детонационный процесс напыления является циклическим, формирование покрытий определяет то, что сообщаемым частицам порошка более высокие скорости.

В детонационном напылении скорость частиц разительнo превосходит скорость частиц в плазме: при плазменном скорости частиц напыления (100-200 м/с) при детонационном может доходить до 400-1000 м/с. Поэтому не только термическая активация влияет на механизм и кинетику формирования напыляемого слоя, но и существенное влияние, в зоне соударения частиц оказывает пластическая деформация. Но существенный вклад, при детонационном напылении, в формирование напыляемого покрытия, вносит термическая активация. Опыт нанесения детонационного и других способов напыления доказывает, что для качественного сцепления напыляемого материала и напыляемой поверхности, необходимо чтобы большая часть переносилась на поверхность в расплавленном или оплавленном состоянии.

Опыт применения различных способов напыления, в том числе детонационного, доказывает, что для получения удовлетворительного

сцепления частиц порошка с основой необходимо, чтобы их значительная часть транспортировалась на подложку в расплавленном или оплавленном состоянии. Представленные в статье экспериментальные исследования по процессу детонационного напыления что при формировании покрытий состояние частиц, располагающихся в двухфазном потоке неоднородно. Частицы находятся в начале и середине потока, в оплавленном или расплавленном состоянии температура в зоне контакта с поверхностью достигает температуры плавления этих частиц. Теплота, возникающая при соударении о поверхность частиц повышается на  $100^{\circ}\text{C}$  при их скорости влета  $400\text{м/с}$ [4].

Частицы более крупные в менее концентрированном потоке обладают меньшей скоростью и в нерасплавленном виде наносятся на напыляемую поверхность. В формировании играют как полезную, так и вредную роли в: покрытии: полезная заключается в том, что при удалении участка дефекта напылённого покрытия – повышаются физико-химические свойства и плотность покрытия; вредная заключается в том что при большем повышении кинетической энергии крупных частиц в покрытии могут образоваться трещины и даже возможно отслоение. Данные факторы регулируются, изменением режима скорости транспортировки материала и изменением диаметром напыляемого порошка. Данный процесс напыления с точки зрения используемого оборудования прост и понятен в использовании. Главными факторами напыления, определяющими, характер напыления являются газовые смеси, диаметр порошков, ствол выбранной установки.

Основными факторами, определяющими характер детонационного напыления, являются газовая смесь, порошки, ствол установки.

К порошку относится –диаметр напыляемого зерна порошка, химический состав, место положения порошка в напыляемом пистолете в момент поджига смеси, распространение частиц.

Ствол характеризуется геометрическими параметрами: диаметром и длиной.

На основе полученных параметров вытекают другие параметры, такие как температура подложки, скорость распространения частиц, состав напыляемой среда концентрация, температура се это характеризует конечное состояние процесса. Технологический процесс данного способа нанесения покрытия является сложным т.к качество покрытия зависит от многих параметров которые необходимо контролировать

Рекомендуемые режимы детонационного напыления для некоторых материалов представлены в таблице 1 [4].

Таблица 1 - Режимы нанесения детонационных покрытий из некоторых материалов

Материал	Отноше- ние $O_2/C_2H_2$	Глубина загрузки порошка , мм	Дистан- ция напыле- ния, мм	Навеска порошка, мг	Грануля- ция, мкм	Длина ствола, м	Диа- метр ствола, мм
$Al_2O_3 > 99\%$	2,5	750	150	50	20-40	2	20
WC + 8-20 % Co (механическа я смесь)	1,2	300	150	200	1-5	1,6	16
WC + 8-20 % Co (гомогенный сплав)	1,2	300	150	200	10-20	1,6	16
75 % $Cr_2C_3 + 25\%$ NiCr	1,2	300	100	200	40-50	2	20

В серийном производстве поддержание оптимальных режимов многопараметрического процесса возможно при условии работы установки в автоматическом режиме.

Поддержание оптимальных режимов, в серийном производстве, возможно при наличии оборудования которое будет работать в автоматическом режиме.

Автоматическая детонационная установка, представленная на рисунке 5, имеет систему электроуправления детонационным оборудованием, состоящую из нескольких блоков управления, обеспечивающих последовательность технологических операций и безопасность работы оператора.

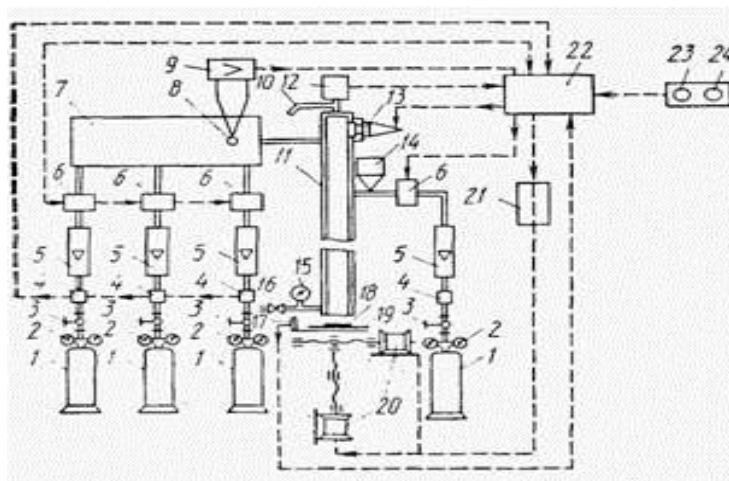


Рисунок 5 Схема автоматической детонационной установки:

1 - баллоны с газом; 2 - редукторы; 3 - вентили; 4 - стабилизаторы давления; 5 - ротаметры; 6 - электромагнитные клапаны; 7 - смесительное устройство; 8 - термопары; 9 - усилитель; 10 - патрубок для слива воды; 11 - ствол; 12 - реле давления; 13 - свеча для инициирования взрыва; 14 - дозатор; 15 - манометр; 16 - вентиль для подачи воды; 17 - датчик, фиксирующий взрыв и выдающий команду на выполнение следующего взрыва; 18 - покрытие; 19 - напыляемая деталь; 20 - электродвигатель с приспособлениями, перемещающими деталь; 21 - управляемое устройство для перемещения детали; 22 - шкаф для электрического управления; 23 - кнопка «Пуск» установки; 24 - кнопка «Стоп» установки[4]

При детонационном напылении можно получать покрытия из любых материалов, тугоплавких соединений, оксидов и др. Для получения износостойких покрытий с целью восстановления деталей применяют оксид алюминия  $Al_2O_3$ , самофлюсующиеся сплавы ПГ-СР, СНГН, ВСНГН (65% WC и 35% СНГН).

Для повышения износостойкости используют карбиды вольфрама WC, титана TiC, хрома  $Cr_2C_3$ , борид хрома CrB<sub>2</sub> с добавками 8-20% Ni или Co.

Способом детонационного напыления можно получить слои значительных толщин, но самыми прочными сцеплениями будут являться покрытия толщиной от 0,2 до 0,4 мм. Именно поэтому деталь рационально



восстанавливать с небольшими износами. Детонационное напыление обладает скорострельностью 1-5 выстрелов в секунду. Толщина покрытия в центре металлизационного пятна, наносимого за один выстрел, зависит от дозы порошка, подаваемого в ствол, и обычно составляет 8-20 мкм при площади покрытия 4-6 см<sup>2</sup>. При напылении самофлюсующимися сплавами обычно применяют порошки с диаметром частиц 7-70 мкм. Шероховатость после нанесения детонационных покрытий составляет, как правило, Ra = 3-4 мкм.

Детонационное напыление получает распространение в различных отраслях народного хозяйства как для упрочнения поверхностей новых деталей, так и для восстановления изношенных. Этому способствует выпуск установок для автоматического детонационного напыления: УДН-2, «Гамма», «Союз», УДГ-Н2-30, УДГ-Д2-4 [4].

Детонационное напыление нашло своё применение в упрочнении различных видов инструмента, штампов, коленчатых валов и блоков цилиндров для двигателей. Детонационное напыление на данный момент ограничено используют для восстановления изношенных деталей, в основном применимо для покрытия на посадочные места подшипников. Отдельные исследования по восстановлению коленчатых валов автотракторных двигателей пока не дали желаемых результатов. В то же время испытания ряда упрочненных и восстановленных деталей в условиях эксплуатации, а также опыт зарубежных фирм показывают, что более широкое внедрение детонационного напыления в производство позволит получить значительный технико-экономический эффект.

### 1.5 Электродуговое напыление

Для нанесения коррозионно-стойкого покрытия применяется электродуговое напыление, покрытия наносятся из алюминия или цинка на

строительные покрытия и также применимо для придания износостойкости покрытий из стали, бронзы и других материалов при восстановлении деталей. Перспективно напыление композиционных покрытий. Для нанесения коррозионно-стойкого покрытия рекомендуется пользоваться электродуговым покрытием из цветных металлов

Электродуговое напыление обычно ведут в открытой атмосфере, потому что создать защитную среду трудно. Однако ведение процесса в камере с общей защитой принципиально возможно.

Электродуговое напыление осуществляется аппаратами в которых используется принцип расплавления металла электрической дугой, горячей между двумя проволоками

Электродуговое напыление производится аппаратами, в которых расплавление металла осуществляется электрической дугой, горячей между двумя проволокам.

Процесс электродугового напыления заключается в расплавлении проволок электрической дугой, возникшей между проволоками и выдувании через электрическую дугу струи сжатого газа и осуществление последующего переноса напыляемого материала с помощью сдувания частиц на напыляемый материал

Электродуговое напыление обладает следующими преимуществами: Достаточно высокий термический КПД, наибольшая производительность около 50 кг / ч и меньше (по сравнению с остальными способами напыления); обладает возможностью получения покрытия с высокой адгезионной и когезионной прочностью и сравнительно низкой пористостью; затраты на нанесения покрытия на один кг. в два раза меньше , чем при электродуговой наплавке.

Расположение точек касания толщиномера при измерении толщины покрытия. Пористость металлизированных цинковых и алюминиевых

покрытий, при электродуговом способе напыления составляет 12% для цинковых и 14% для алюминиевых. Плотность повышается обработкой механическим и химическим способом или с помощью нанесения лакокрасочного материала.

При газопламенном и электродуговом напылении твердость покрытия увеличивается с увеличением содержания углерода в стальной проволоке.

Электродуговая металлизация представлена на рисунке 6. В сопло электрометаллизатора подается две проволоки, их функция заключается в выполнении работы анода и катода, каждая свою. Электрическая дуга возникает между катодной и анодной проволокой в следствии этого происходит плавление проволоки. С подачи сжатого воздуха происходит распыление напыляемого материала. Протекание процесса происходит на постоянном токе[5].

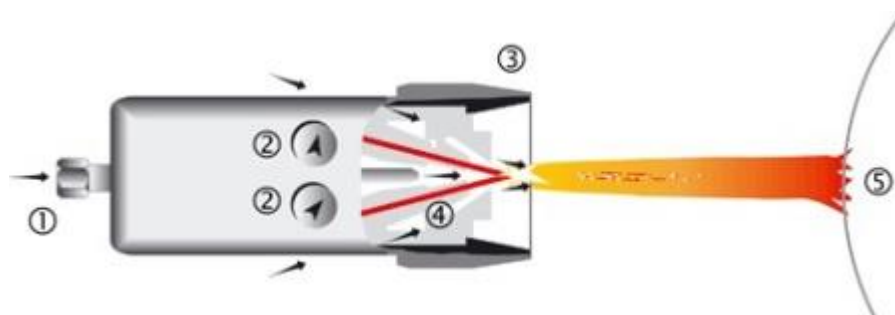


Рисунок 6 Электродуговая металлизация:

1 - подача сжатого воздуха, 2 - подача проволоки, 3 - насадка, 4 - электропроводящие провода, 5 - деталь.

Выпускают аппараты для электродугового напыления стационарные ( станочные) ЭМ-6, ЭМ-12 и МЭС-1 и переносные ( ручные) ЭМ-3, РЭМ-3А, ЭМ-9 и ЭМ-10. В странах СНГ наиболее распространены дуговые металлизаторы ЭМ-12, ЭМ-14 и ЭМ-15.

Для плавления и распыления подаваемого металла используется электрическая дуга постоянного тока, этим процесс электродугового напыления схож с напылением плазмы. Дуга, в случае плазменного способа,

представляет собой ионизированную газовую плазму, образующуюся между электродами металла, охлаждаемыми водой. Расход электродов в этом процессе не происходит. В плазменном способе напыления используется точечный вольфрамовый катод, охлаждаемый водой, установлен концентрически у основания сопла образного охлаждаемого водой медного анода. Газ подается под углом в кольцевой междуэлектродный зазор, происходит ионизация и образуется дуга. Газовый поток выталкивает дугу через отверстие сопла, где в центре плазменной дуги создан концентрированный спиральный поток. Температура в центре дуги достигает  $20000^{\circ}\text{C}$  за счет высокого градиента. Температура стенок сопла достигает  $250^{\circ}\text{C}$ . Металл для покрытия в виде порошка подается во втором потоке газа и радиально впрыскивается в сопло металлатора. Частицы металла, проходя через плазменную дугу, плавятся, распыляются и выводятся из сопла под действием потока газа.

Повышение производительности и стабильности процесса электродугового напыления зависит преимущественно от электрических режимов горения дуги, условий распыления металла воздухом или каким-либо газом, а также характеристик источников тока и конструктивного исполнения узла распылительной головки аппарата.

Производительность и стабильность процесса напыления на прямую зависят от режимов горения дуги, условий распыления металла и от характеристик источника питания и исполнительного узла распылительной головки.

Современные аппараты электродугового напыления рассчитаны на работу проволокой одного и того же диаметра для разных металлов, диаметры проволоки от 2 до 5 мм для всех металлов

На установку допускаю работать лица не моложе 18 лет, специально обученные для работы на оборудовании второй и третьей группы электробезопасности.

Комплект электродугового напыления КДМ-2. Частицы металла будущего покрытия при электродуговом напылении могут быть защищены от кислорода и азота воздуха стенкой продуктов сгорания газообразного или жидкого топлива либо вдуванием горючего газа (пропана или природного газа) в зону горения дуги.

Требования к технике безопасности при газопламенном и электродуговом напылении предъявляются те же, что и при выполнении работ по газовой и электродуговой сварке.

Схема поста плазменного напыления. Требования к технике безопасности при газопламенном и электродуговом напылении предъявляются те же, что и при выполнении работ по газовой и электродуговой сварке.

Требования к технике безопасности при газоплазменном и электродуговом напылении предъявляются те же, что и при выполнении работ по газовой и электродуговой сварке.

Эксплуатационные характеристики покрытий, полученных методом электродугового напыления, в первую очередь определяются технологией их получения и зависят от следующих основных факторов и параметров технологического процесса: подготовки поверхности изделий к нанесению покрытий, силы тока дуги, давления и химической чистоты реакционного газа, напряжения на подложке.

Возможность получения столь высокой производительности делает процесс электродугового напыления весьма перспективным для механизированных и автоматизированных производств[5].

Главными отличительными особенностями электродугового напыления я

Процесс электродугового напыления плоскостей из проволоки внедрён, с целью удешевления процесса и повышения его производительности Св - АК5 диаметром 2 мм. Применяют металлизатор ЭМ-12. и источник тока ВГД-301 и

Оборудование для газопламенного напыления более разнообразно по конструктивному исполнению по сравнению с аппаратурой для электродугового напыления.

Большинство ученых исследователей считают, что электрическая дуга, используемая в качестве источника нагрева металла при электродуговом напылении, почти не отличается от электрической дуги сварки плавящимся электродом. Во всех аппаратах для электродугового напыления используется принцип саморегулирования дуги, они имеют постоянную и независимую скорость подачи электродов

Для получения антифрикционных покрытий электродуговым напылением используются универсальные двухпроволочные аппараты и специальные трехпроволочные аппараты[5].

Аппаратами для электродугового напыления мы имеем возможность получить высокую производительность напыления, также учитывая простоту управления процессом и значительно высокие качества полученного напыленного покрытия интерес к этому способу напыления был значительно проявлен со стороны США, а В Западной Европе пробудился интерес к развитию и применению процессов электродугового напыления металлов.

Главными преимуществами электродугового напыления можно выделить простоту в использовании оборудования, а также небольшие эксплуатационные затраты. Недостатками электродугового напыления

являются повышенное окисление металла, значительное выгорание легирующих элементов и пониженная плотность покрытия.

По мнению большинства исследователей, электрическая дуга, используемая в качестве источника нагрева металла при электродуговом напылении, в качественном отношении мало отличается от электрической дуги при сварке плавящимися электродами. Все аппараты для электродугового напыления имеют постоянную независимую скорость подачи электродов; в них использован принцип саморегулирования дуги.

Применяемые проволочные материалы при этом имеют более низкую стоимость, чем порошковые. Степень усвоения тепла материалом достигает при электродуговом напылении 57 % по сравнению с 13 и 17 % при газопламенном и плазменном напылении соответственно.

Это можно объяснить тем, что при электродуговом напылении происходит более интенсивное выгорание углерода.

Применяют источники постоянного тока с жесткой вольт-амперной характеристикой: ВС-300, ВСЖ-303, ВДГ-302, ВС-600, ВДГ-601, ВДУ-504, ВДУ-1001, ГД-502. Научно-производственная фирма Плазма-центр (Санкт-Петербург) выпускает установку для электродугового напыления КДМ-2 (рис. 3.32), оснащенную источником тока ТИМЕЗ и электродуговым металлизатором ЭМ-14М.

Кинограмма процесса плавления электродов (проволоки при электродуговом напылении металла (170. верхний электрод - анод. нижний - катод. Ввиду множества принятых допущений эти формулы могут быть использованы не столько для количественной, сколько для качественной характеристики процесса. Так, например, они показывают, что при электродуговом напылении металлов скорость охлаждения частиц малых размеров весьма велика и практически не зависит от температуры перегрева.

Большое влияние на твердость покрытия оказывает расстояние напыления. Наиболее твердое покрытие из стали 40 получается при расстоянии напыления 120 мм для электродугового напыления и 150 - 160 мм для газопламенного.

В новейших конструкциях ручных аппаратов (ЭМ-14) используется малогабаритный турбинный привод со встроенным электромагнитным регулятором скорости подачи проволоки. На его базе выпускается установка КДМ-1 в комплекте с источником питания постоянного тока для электродугового напыления.

В пищевой промышленности применяют комбинированные металлизационно-полимерные покрытия. Технология таких покрытий следующая: дробеструйная очистка, обеспыливание и обезжиривание металлической поверхности аппарата; электродуговое напыление алюминия; нанесение грунтовочного, основного и лицевого слоев эпоксидного состава ТИКС-71; термообработка покрытия[1].

Одним из важнейших металлургических параметров является температура напыляемых частиц.

К преимуществам электродугового напыления следует отнести сравнительную простоту применяемого оборудования, а также небольшие эксплуатационные затраты. Недостатками электродугового напыления являются повышенное окисление металла, значительное выгорание легирующих элементов и пониженная плотность покрытия[5].

Эти данные не являются абсолютными, так как стоимость проволоки, газов и электроэнергии в разных странах различна. Однако можно сделать вывод, что электродуговое и газопламенное напыление примерно равноценны. Правда, алюминиевые покрытия при электродуговом напылении обходятся несколько дороже, но когда требуется особо надежная защита, эти дополнительные затраты оправданы.



В основном электродуговое напыление применяется для нанесения коррозионно-стойких покрытий. Покрытия могут наноситься из алюминия, цинка на строительные покрытия и износостойких покрытий из стали, бронзы и других материалов при восстановлении деталей. Перспективно напыление композиционных покрытий. Электродуговым напылением рекомендовано наносить коррозионно-стойкие покрытия.

С увеличением содержания углерода в стальной проволоке, при газопламенном и электродуговом напылении твердость покрытия увеличивается. Данная особенность объясняется тем, что при электродуговом напылении имеет место более интенсивное выгорание углерода.

#### 1.6 Плазменно-дуговое напыление

Плазменное напыление по сравнению с газопламенным напылением и электродуговой металлизацией имеет ряд преимуществ [7]:

- позволяет наносить покрытия из материалов широкого состава (металлы, сплавы, оксиды, карбиды, нитриды, бориды, пластмассы и их различные композиции) на разнообразный материал основы (металлы, керамика, графит, пластмассы и др.);
- плазмотроны позволяют в широких пределах регулировать энергетические характеристики плазмы, что облегчает получение покрытий со свойствами, обусловленными требованиями технологии;
- использование в плазменных горелках инертных газов и смесей, не содержащих кислорода, способствует уменьшению окисления напыляемого материала и поверхности детали;

- покрытия, полученные плазменным напылением, по физикомеханическим свойствам превосходят покрытия, полученные газопламенным и дуговым способами напыления.

Плазменно-дуговое напыление по виду используемого присадочного материала подразделяется на: напыление порошком и напыление проволокой по рисунку 6

#### Технологический процесс

Порошковые распылители в зависимости от свойств и размеров частиц могут осуществлять подачу присадочного материала по рисунку 7:

- непосредственно в плазменную струю на выходе из плазмотрона;
- под углом к соплу плазмотрона, навстречу потоку ионизированного газа;
- внутрь сопла плазмотрона в заанодную зону или в доанодную зону плазменной дуги.

Подача порошка в плазменную струю используется в плазмотронах большой мощности. Такая схема подачи не влияет на формирование потока плазмы, а плазмотроны характеризуются завышенной мощностью, чтобы тепла плазменной струи хватило на нагрев порошка.

Подача порошка в доанодную зону наиболее выгодна с точки зрения теплообмена, но сопряжена с перегревом частиц в сопле и забиванием сопла расплавленными частицами, что приводит к необходимости выдвижения повышенных требований к равномерности подачи порошка.

Эффективность нагрева частиц порошка можно повысить при одних и тех же параметрах режимов путем более равномерного его распределения по сечению горячей зоны плазменной струи. Этому способствуют конструкции плазмотронов, позволяющие вводить порошок в плазменную струю не через одно отверстие, а, например, через три, расположенных под углом  $120^\circ$ . При этом КПД нагрева порошка изменяется от 2 до 30 %.

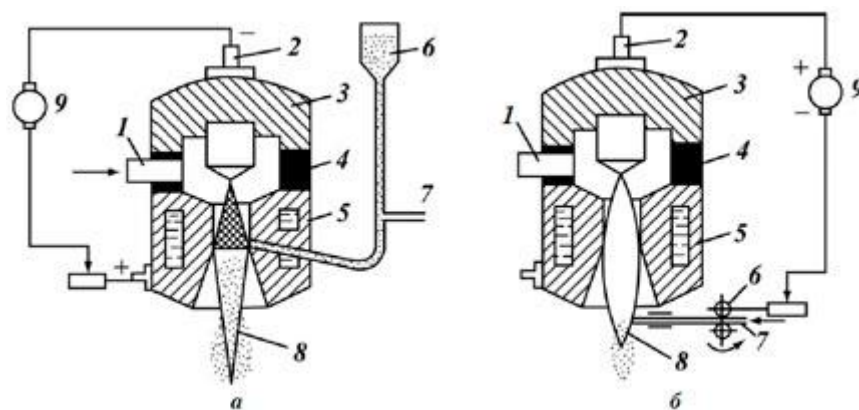


Рисунок 7 Схема плазменного напыления

а - порошком; б - проволокой. 1 - подвод плазмообразующего газа; 2 - катод плазмотрона; 3 - корпус катода; 4 - изолятор; 5 - корпус анода; 6 - порошковый питатель (рис. а) или механизм подачи проволоки (рис. б); 7 - подвод газа, транспортирующего порошок; 8 - плазменная струя; 9 - источник питания.

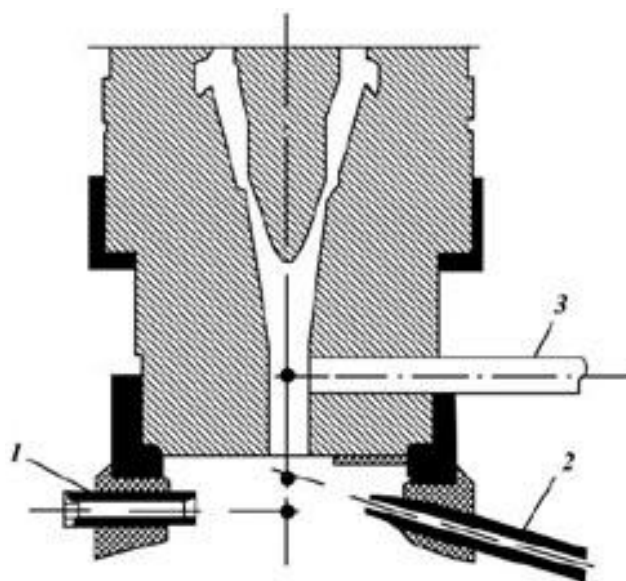


Рисунок 8. Схемы подачи порошка в плазмотрон:

1 - в плазменную струю; 2 - под углом к плазменной струе; 3 - в сопло.

Применение:

Для напыления износостойких покрытий применяют порошки с грануляцией, не превышающей 200 мкм. При этом дисперсность частиц порошка должна находиться в узких пределах с разницей размеров не более 50 мкм. При значительной разнице размеров частиц невозможно обеспечить

их равномерный нагрев. Это объясняется тем, что, несмотря на высокую температуру плазменной струи, крупный порошок не успевает расплавиться за короткое время его нахождения в плазменной струе ( $10^{-4}$ - $10^{-2}$  с), мелкий частично испаряется, а основная его масса из-за низкой кинетической энергии оттесняется плазменной струей в сторону, не достигнув ее центральной зоны. При восстановлении деталей напылением порошковыми износостойкими сплавами на никелевой и железной основе наиболее рациональным является грануляция порошка с размерами частиц 40-100 мкм [6].

В технологический процесс восстановления деталей плазменным напылением входят такие операции как: подготовка порошка, поверхности детали, напыление и механическая обработка напыленных покрытий. Перед обработкой восстанавливаемую поверхность обезжириваем и зачищаем. Участки, прилегающие к поверхности, подлежащей напылению, защищают специальным экраном. Так как уже через 2 часа активность поверхности уменьшается из-за увеличения на обработанной поверхности оксидной пленки напылять покрытия следует сразу после дробеструйной обработки

Для повышения прочности сцепления покрытия с основой процесс плазменного напыления проводят с последующим оплавлением. Операция оплавления завершает процесс нанесения покрытия. Оплавление осуществляют тем же плазмотроном, что и напыление, при той же мощности сжатой дуги, с приближением сопла плазмотрона к детали на расстояние 50-70 мм. Соппротивление усталости после оплавления повышается на 20-25 %. Прочность сцепления после оплавления достигает 400 МПа. Зона перемешивания оплавленного и основного металлов составляет 0,01-0,05 мм.

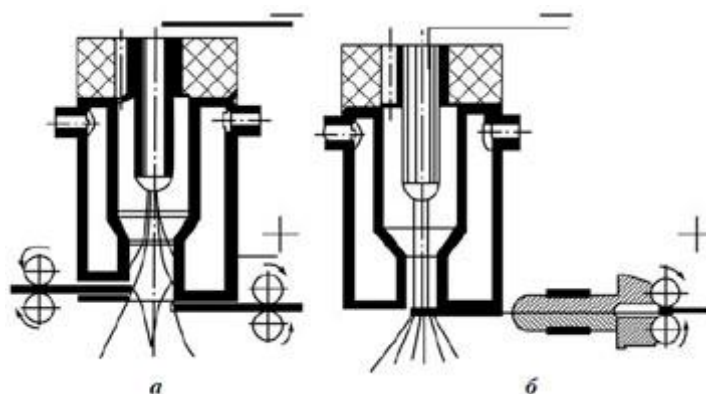


Рисунок 9 Схемы плазменных распылителей:

а - пруткового; б проволочного («проволока-анод»)

Недостатки [6]:

Существенным недостатком плазменного нагрева при оплавлении является то, что плазменная струя, обладая высокой температурой и значительной концентрацией энергии, весьма быстро нагревает поверхность покрытия при недостаточном прогреве поверхности детали и тем самым часто приводит к свертыванию оплавляемого покрытия. Кроме того, в результате высокой скорости истечения плазменной струи и значительного давления на напыляемую поверхность также может произойти нарушение слоя покрытия. Плазменное напыление с последующим оплавлением рекомендуется применять для малогабаритных деталей диаметром, не превышающим 50 мм.

При использовании в качестве присадочного материала проволоки возможно применение двух схем подключения плазмотрона: при токоведущем сопле рисунка 9 «а» или при токоведущей проволоке рисунка 9 «б»).

Схема проволочного распыления с токоведущей проволокой - анодом была разработана В. В. Кудиновым в конце 50-х годов прошлого столетия. Тогда удалось получить невиданную производительность - 15 кг/ч вольфрама при мощности 12 кВт. При плазменном напылении наряду с проволокой используют и прутки. Таким образом, чтобы теплота эффективно отводилась

медной оболочкой и удалялась охлаждающей водой. Выпускаемые в настоящее время промышленностью установки для плазменного напыления комплектуются плазмотронами с потребляемой мощностью 25-30 кВт при силе тока 350-400 А. С другой стороны, для нанесения покрытий на малые детали (поверхности), например, коронки в стоматологии, бандажные полки лопаток ГТД в авиастроении были разработаны микроплазменные горелки, работающие на токах 15-20 А при мощности до 2 кВт [7].

### 1.7 Высокочастотное напыления

При таком способе напыления перевод материала покрытия (проволоки) в жидкую фазу осуществляется нагревом токами высокой частоты. Распыление расплава выполняется струей сжатого воздуха.

Распылительная головка высокочастотного металлизатора представлена на рис. 10. Питание индуктора аппарата осуществляется от ламповой высокочастотной установки относительно небольшой мощности, например ВЧИ4-10/0,44 или ВЧИ-25/0,44 (мощность соответственно 10 и 25 кВт, рабочая частота — 440 кГц).

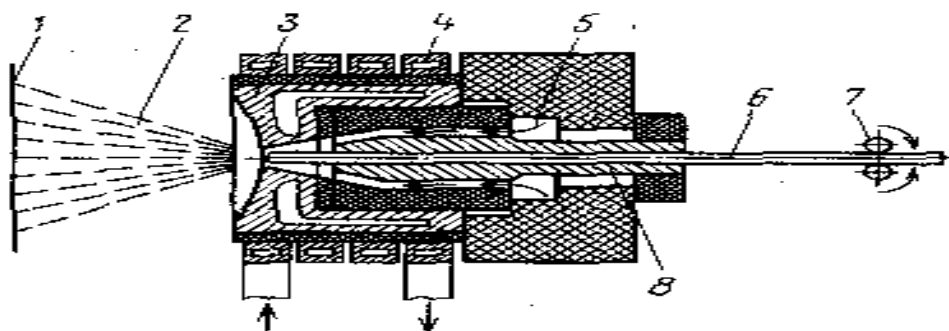


Рисунок 10 Распылительная головка высокочастотного устройства для напыления:

1 - Напыляемая поверхность; 2 - газометаллическая струя; 3 - концентратор тока; 4 - индуктор ТВЧ; 5 - воздушный канал; 6-проволока; 7- подающие ролики; 8 - направляющая втулка.

Физико-механические свойства покрытий, нанесенные высокочастотным напылением, значительно выше аналогичных свойств покрытий, полученных электродуговым напылением. Это объясняется более благоприятными условиями плавления материала покрытия (проволоки). Колебания размеров распыляемых частиц и их температура по сечению конуса распыла изменяются в более узких пределах, чем при электродуговой металлизации. Поэтому выгорание основных химических элементов снижается в 4 - 6 раз, насыщенность покрытия окислами уменьшается в 2 - 3 раза[8].

Меньшая окисляемость частиц покрытия улучшает условия смачивания частицами восстанавливаемой поверхности детали. Поэтому при данном способе напыления прочность сцепления частиц между собой и подложкой повышается. Кроме того, конструкции аппаратов для высокочастотного напыления обеспечивают распыление металлических частиц в форме правильного конуса с малым углом при вершине, что в конечном итоге обеспечивает снижение неэффективных потерь материала покрытия (проволоки).

К основным недостаткам следует отнести сравнительно невысокую производительность процесса, сложность и высокую стоимость высокочастотных ламповых установок, которые необходимо использовать для питания индуктора металлизатора[8].

## 1.8 Заключение

Основываясь на приведенных выше статьях можно выделить основные преимущества и недостатки газотермического напыления

Преимущества[1]:

1 На изделие, практически из любого материала, возможно нанести покрытие. Возможность напылять изделия не только из металла, но из стекла, фарфора, фаянса и включая органические (бумагу, ткань, дерево, картон). Данным преимуществом не обладает не один из известных способов обработки.

2 Из одного и того же оборудования мы можем напылять различные материалы.

3 При напылении отсутствуют ограничения по размеру обрабатываемой поверхности.

4 Возможность избежать выбраковки изделий путем увеличения размера в случае нарушения геометрических параметров (разрушения, ремонт изношенных деталей, восстановление)

5 Простота в использовании и конструкции оборудования напыления, малые габариты и простота перемещения.

6 При напылении можно использовать различные материалы, также возможно напылять разные слои материалов, для обеспечения покрытию специальных свойств.

7 Незначительная деформация изделия под влиянием напыления.

8 Высокая производительность, малая трудоемкость процесса и простота технологических операций



9 Не требует специальных, дорогостоящих оборудования обработки деталей с загрязнением окружающей среды.

Недостатки[1]:

1 Низкая эффективность нанесения на покрытие мелких деталей, излишний расход напыляемого материала.

2 При предварительной обработки напыляемой детали возникают вредные условия работы для операторов, так как для предварительной обработки требуется пескоструйная или дробеструйная обработка, что сопровождается загрязнением рабочего участка

3 Выделение вредных аэрозолей и дыма во время работы, требует мощных вытяжных устройств.

Из-за дорогостоящего оборудования, возможности напыления на деталь, способа использования оборудования и качества защитного (напыленного) слоя была выбрана технология электродугового напыления.

## 2 Объект и методы исследования

### 2.1 Формулировка проектной задачи

Целью выпускной квалификационной работы является сопоставление достигнутого выпускниками уровня гуманитарной, социально-экономической, естественнонаучной, общепрофессиональной и специальной подготовки с требованиями Государственного стандарта высшего профессионального образования по специальности 15.03.01 «Машиностроение» профиль «Оборудование и технология сварочного производства». В ходе выполнения выпускной квалификационной работы необходимо разработать технологию и спроектировать участок напыления штоков гидроцилиндров шахтной крепи. При этом произвести выбор наиболее эффективного метода напыления и материалов для напыления, расчёт режимов напыления и выбор необходимого оборудования для напыления, техническое нормирование операций, определить потребный состав всех необходимых элементов производства, произвести расчёт и планировку участка для напыления штоков. Помимо этого, разрабатываются эргономические и экономические мероприятия, которые совместно с технологической частью должны обеспечивать возможность создания наиболее современного и передового по техническому уровню и высокоэффективного напыляемого участка по выпуску продукции, при ее себестоимости, обуславливающей рентабельность производства и кратчайшие сроки окупаемости капитальных затрат, а также соблюдение других необходимых требований.

## 2.2 Теоретический анализ

В результате теоретического анализа, существующего технологического процесса гальванического хромирования штоков гидроцилиндров шахтной крепи были выявлены существующие недостатки. Для устранения этих недостатков предлагается произвести следующие изменения в технологическом процессе:

- сократить количество загрязнения, выделяемого гальваническим хромированием в окружающую среду;
- увеличить стойкость наносимого покрытия и его работоспособность;

В результате внедрения в технологический процесс вышеуказанных изменений значительно улучшаются технические и экономические показатели, снижается себестоимость изделия, что в свою очередь приведет к увеличению конкурентоспособности изделия на рынке производства, сбыта и потребления, а, следовательно, к рентабельности производства данного изделия.

### 3 Результаты проведенного исследования

#### 3.1 Инженерный расчёт

##### 3.1.1 Выбор способа газотермического напыления и напыляемых материалов.

Шток - это деталь, соединяющая между собой ползун и поршень. Он представляет собой сплошной или полый стержень цилиндрической формы и используется в паровых машинах, поршневых насосах и в поршне автомобиля. Шток имеет наименьшую шероховатость в местах посадки подшипников  $Ra=0.63$  мкм [9].

Длина штока выполнена  $L=(674\pm 0,5)$ , сталь 30ХГСА ГОСТ 8731-74

Таблица 2 - Химический состав стали 30ХГСА ГОСТ 8731-74[10]

C,%	Mn,%	Si,%	Cr,%	S,%	P,%	Ni,%
0,28-0,34	0,8-1,1	0,9-1,2	0,8 -1,1	до 0.025	до 0.025	до 0.3

Таблица 3 - Механические свойства сталь 30ХГСА ГОСТ 8731-74

Предел текучести $\sigma_t$ , Мпа	Предел прочности $\sigma_B$ , Мпа	Относительное удлинение $\delta_z$ , %	Ударная вязкость ан, КДж/м <sup>2</sup>
390-880	710-1000	12-14	300-487

30ХГСА ГОСТ 8731-74 сталь конструкционная легированная, обрабатывается хорошо и производительно обрабатывается.

Для нанесения защитного покрытия выбираем способ электродугового напыления, в качестве напыляемого материала используем

EuTronic Arc 532 Сплав Fe-Cr-Mn-C так как данная проволока схожа по составу с порошковым материалом который использовался в опытах над штоком гидроцилиндров

Электродуговая металлизация характеризуется отличной, по сравнению с другими технологиями, производительностью, высоким КПД. Помимо этого, оборудования для электродуговой металлизации отличается простотой использования, неприхотливостью использования, невысокими требованиями к инфраструктуре подключения, что позволяет ее использовать как в условиях цеха со стационарными линиями электричества и сжатого воздуха, так и в условиях вне цеха, где достаточно дополнительно использовать широко распространенные промышленные компрессора и электрогенераторы.

Материалы для электродуговой металлизации производятся в виде проволок, в том числе и порошковых.

Электродуговая металлизация предполагает использование электрической энергии для расплавления материала. Отсутствие открытого пламени и горения, как такого, позволяют применять электродуговую металлизацию в закрытых пространствах. Широко известно применение электродуговой металлизации для напыления внутренних поверхностей цистерн хранения и перевозки пищевых и нефтепродуктов, балластных танков; допускается применение металлизации и внутри вентилируемых шахт и т.д[1].

Спектр используемых материалов ограничивается обязательным наличием в подаваемом материале проводящих элементов. Электродуговая металлизация не применима для нанесения полимерных, керамических и других непроводящих материалов[7].

Преимущества данного способа:

Такие покрытия предотвращают коррозию не только тем, что изолируют стальные поверхности от коррозионного воздействия окружающей среды как лакокрасочные материалы. Отрицательный, по отношению к стали электродный потенциал гальванически защищает поверхность от коррозии даже в случае локальных повреждений покрытия. Кроме того, при применении таких покрытий в принципе невозможно развитие подпленочной коррозии, что очень часто происходит при использовании лакокрасочных материалов.

Еще одно существенное преимущество металлизационных покрытий заключается в высокой адгезии металлических покрытий. Причем с течением времени адгезия только возрастает за счет взаимной диффузии металлов, тогда как любое лакокрасочное покрытие рано или поздно теряет адгезию и отслаивается ввиду принципиальной разнородности материалов.

Помимо антикоррозионных покрытий, электродуговая металлизация может применяться для нанесения износостойких покрытий. Использование специально разработанных порошковых проволок подразумевает трехстадийный процесс образования покрытия: сначала от энергии металлатора расплавляется оболочка порошковой проволоки, плавление представляет собой эндотермическую реакцию; выделяющееся при плавлении оболочки тепло проплавляет шихтовую смесь, наполняющую шнуровой материал.

Электродуговая металлизация, в отличие от широко применимого для нанесения износостойких покрытий высокоскоростного напыления, обладает большей производительностью и мобильностью, что делает ее отличной альтернативой для создания износостойких покрытий, при этом нанесение покрытий ЭДМ значительно дешевле, однако отличительной особенностью от HVOF-покрытий является высокая пористость, что может в некоторых случаях привести к коррозии, а также меньший уровень адгезии.

EuTronic Arc 532 Сплав Fe-Cr-Mn-C альтернатива сталям с 13%Cr. Замена твердого хрома на гидравлических поршнях. Износостойкое покрытие для валков типографических машин, восстановление посадочных мест подшипников и уплотнений.

Обладает твердостью: 640 HV30, самофлюсующийся сплав с повышенными защитными свойствами при трении металл-металл, окислении и коррозии

При гальваническом хромировании водород, выделяющийся на поверхности катода, частично проникает в структуру стали (материала деталей, на которые наносится покрытие) и создает внутренние напряжения. Это может привести к коррозионному растрескиванию деталей. В некоторых случаях внутренние напряжения, возникшие при гальваническом хромировании, могут суммироваться с напряжениями, которые возникли во время подготовительных операций и детали могут потрескаться (особенно, если у них достаточно тонкие стенки). Для того, чтоб со стальных и термообработанных деталей удалить водород, образованный после процесса гальванического хромирования, их в течение 1 – 1,5 часа при температуре 445 - 455K прогревают на воздухе или в масле.

### 3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа газотермического напыления

Нагрев от 50°C до 7°C не вызывает внутренне-структурных изменений в металле. Механические свойства сохраняются, благодаря чему можно наносить слой покрытия на любые материалы: металл, пластмассу, дерево, резину и т. п.

Металлизация обеспечивает высокую твердость напыленного слоя, что способствует увеличению сроков службы восстанавливаемых деталей. Напыляют самые разнообразные металлы. Например, для напыления может быть использована биметаллическая проволока из алюминия и свинца, что позволяет не только заменять дорогостоящие оловянистые баббиты и бронзы, но и значительно увеличить срок службы подшипников [12].

Однако, применяя металлизацию, необходимо учитывать, что металлизированный слой, нанесенный на поверхность детали, не повышает ее прочности. Поэтому применять металлизацию для восстановления деталей с ослабленным сечением не следует. При восстановлении деталей, находящихся под действием динамических нагрузок, а также деталей, работающих при трении без смазочных материалов, необходимо знать, что сцепляемость напыленного слоя с основным металлом детали недостаточна.

Получение качественных покрытий возможно лишь при строгом соблюдении режимов и точной подготовке поверхностей деталей, подвергающихся металлизации, будет возможно получение качественного покрытия

Во время подготовки поверхности детали к металлизации, выполняемые операции выполняют в такой последовательности: очищают детали от загрязнений, пленок, окислов, жировых пятен, влаги и продуктов коррозии; выполняют предварительную обработку резанием поверхности для придания ей правильной геометрической формы; получают на поверхностях деталей шероховатость, необходимую для удержания нанесенного слоя металла; обеспечивают защиту смежных поверхностей деталей, не подлежащих металлизации.

Перед металлизацией необходимо провести очистку напыляемой детали тряпками щетками, промывкой в специальных обезжиривающих растворах. Обработкой резанием исправляют геометрическую форму детали



и доводят размеры детали до размеров, при которых возможно нанесение покрытий заданной толщины. На концах цилиндрических поверхностей оставляют буртики и протачивают замки в виде кольцевых канавок, предохраняющие покрытие от разрушения.

Необходимую шероховатость на поверхности деталей, подлежащих металлизации, получают следующими способами. На поверхности термически необработанной круглой детали на токарно-винторезном станке нарезают «рваную» резьбу резцом, установленным с большим вылетом ниже оси детали на 3 – 6 мм. Вибрация резца приводит к появлению шероховатой поверхности с заусенцами. Резьбу нарезают при скорости резания 8 – 10 м/мин (без охлаждения) за один проход резца на глубину 0,6 – 0,8 мм. Шаг резьбы составляет 0,9 – 1,3 мм, а для вязких и мягких материалов – 1,1 – 1,3 мм. На галтелях резьбу не нарезают. Для выхода резца при нарезании резьбы и устранения выкрашивания покрытия у торца детали делают кольцевые канавки, глубина которых должна быть на 0,2 – 0,3 мм больше глубины резьбы. В ряде случаев кольцевые канавки заменяют черновой обточкой с оставлением буртиков шириной 1 – 2 мм. В табл. 31 приведены некоторые режимы при нарезании рваной резьбы[12].

В основном процесс нарезание резьбы меняют на более производительный процесс, называемый накаткой резьбы. Взамен, ухудшается связь основного металла с покрытием.

Применяемый материал является фактором от которого зависит производительность напыления. В правильно выбранном режиме при толщине покрытия 0,5 – 0,7 мм слой нагревают до 70°C если же толщина слоя достигает 2-3 мм или больше то температура данного слоя будет достигать 100-150°C

Если режим напыления выбран правильно, то при толщине покрытия 0,5 – 0,7 мм поверхностный слой нагревают до 70 °C; при толщине покрытий

2 – 3 мм и более температура этого слоя достигает 100 – 150°C. Из-за повышение температуры могут возникнуть высокие внутренние напряжения. Во избежания перегрева детали покрытие наносят малыми слоями отдельными участками. Так, при напылении шеек валов диаметром 150 мм и значительной длине этих шеек за один проход напыляют поверхность площадью не более 800 – 1000 мм<sup>2</sup>.

Твердость покрытия можно регулировать подбором исходного материала или режима охлаждения в процессе нанесения покрытия.

Как указывалось ранее, технологический процесс нанесения покрытия изменяется в зависимости от формы детали. На детали с плоскими поверхностями покрытия наносят чаще всего вручную. В отдельных случаях для нанесения распыленного материала используют металлорежущие станки. При напылении покрытий плоских деталей возникает ряд трудностей, которые являются прежде всего результатом появления остаточных растягивающих напряжений, стремящихся оторвать покрытие от детали. При толщине слоя более 0,3 мм возможен отрыв покрытия по концам плоских поверхностей.

Для предупреждения скалывания или выкрашивания покрытия по внешнему периметру плоской поверхности делают специальные канавки.

Чтобы подготовить плоскую деталь под поверхность напыления необходимо придать поверхности необходимую шероховатость или нарезать канавки.

На поверхностях небольших плоских деталей нарезают на токарных или карусельных станках «рваные» канавки в виде архимедовой спирали. На строгальных станках отрезными резцами с закругленным лезвием можно нарезать параллельные канавки и прикатать вершины канавок. Прикатанные поверхности подвергаются пескоструйной обработке. Канавки должны располагаться перпендикулярно к направлению действия нагрузки.

При толщине покрытия более 0,5 мм подготовка детали состоит в нарезании канавок в форме ласточкина хвоста с шагом 2 – 3 мм или в установке шпилек (в шахматном порядке) с насечкой промежутков зубилом.

У деталей сложной формы для заделки трещин, раковин и плоских деталей применяют пескоструйную обработку сухим кварцевым песком с размером частиц 1,5 – 2 мм.

В отдельных случаях шероховатые поверхности и получают, наматывая на деталь очищенную от окалины проволоку диаметром 0,5 – 1,6 мм с шагом, равным двум - пяти диаметрам проволоки. Намотанную проволоку закрепляют сваркой, после чего проводят пескоструйную обработку.

Выдержка расстояния необходима для получения высокого качества покрытия, для этого расстояние выдержки будет от 150- 200мм, а напыляющее оборудование должно быть перпендикулярно напыляемой детали. Вначале металл наносят на участки детали с резкими переходами, углами, галтелями, уступами, а затем осуществляют металлизацию всей поверхности, равномерно наращивая металл. Требуемые размеры, качество отделки и правильную геометрическую форму поверхностей, покрытых распыленным металлом, получают при окончательной механической обработке.

### 3.1.3 Расчёт режимов электродугового напыления

Исходя из опыта работы машиностроительных предприятий опытными путями для электродуговой металлизации были подобраны следующие режимы

Таблица 5 - Ориентировочные режимы электродуговой металлизации

Угол напыления, град	Диаметр электрода, мм	Напряжение, В	Сила тока, А	Скорость подачи проволоки, м/мин	Расстояние от сопла до напыляемой поверхности, мм
45-90	2	22-26	200-240	3-7	50-100

## 3.2 Технологический раздел

### 3.2.1 Технологический анализ выбранного производства

Определение форм организации для заданной выпускаемой продукции изделия на производстве играет огромное значение при разработке проекта

Принадлежность проектируемого участка к типу единичного, мелкосерийного, крупного, массового производства можно отнести на основе видов выпускаемой продукции, повторяемости в процессе изготовления

Однако не редко на одном и том же участке предусматривают организацию производства разных типов, как правило строгих рамок ограничивающих производство нет.

Краткие характеристики перечисленных видов производств сводятся к следующему.

Таблица 6 - Выбор типа производства по годовому выпуску и массе деталей (в штуках) [13]

Производство	Число обрабатываемых деталей одного типа размера в год		
	Тяжелые $m > 100$ кг	Средние $m > 10-100$ кг	Легкие $m$ до 10 кг
Единичное	до 5	до 10	до 100
Мелкосерийное	5-100	100-200	100-500
Среднесерийное	100-300	200-500	500-5000
Крупносерийное	300-1000	500-5000	5000-50000
Массовое	>1000	>5000	>50000

Различие в единичном и мелкосерийном производстве заключается в крупной и непостоянной номенклатуре выпускаемых изделий. В производственном процессе применяют универсальное оборудование «переналаживаемую оснастку». Отсутствует закрепление заготовок и деталей за оборудованием. В основном использует общецеховой транспорт.

Номенклатура выпускаемых изделий ограничена определенными рамками и достаточно постоянна для серийного производства. Изделие изготавливают и производят сериями, периодически повторяющимися, на специализированных участках. Используют универсальное. Характерно применение простой и комбинированной оснастки. Используют общецеховой и напольный транспорт.

Крупносерийное производство характеризуется ограничением выпускаемой продукции и постоянной номенклатуры производимых изделий. Изделия производят периодически повторяющимися крупными сериями на специализированных участках, механизированных переменноточных линиях. Применяют специализированное оборудование,

специальные приспособления. Широко используют подвесной и напольный транспорт.

Отличительной чертой массового производства является устойчивая номенклатура выпускаемой продукции, само производство сконцентрировано на одном виде изделия и редко когда на двух или трёх. Производство изделий связано с постоянным ритмом изготовления и автоматическими поточными линиями с применением транспорта. На основании вышеизложенных характеристик и данных справочной литературы [11], учитывая, что годовая программа выпуска продукции составляет  $N = 5000$  штук, а масса деталей – 64 кг, заключаем, что проектируемое сварочное производство относится к типу крупносерийного производства.

### 3.2.2 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса

Весь технологический процесс представляет собой последовательность взаимосвязанных операций.

В предлагаемом варианте технологического процесса работы, сопряжённые с нагрузками, выполняются с использованием крана мостового.

В данном технологическом процессе мы заменяем оборудование для гальванического хромирования на электродуговую металлизацию

### 3.2.3 Нормирование операций

Назначение технически обоснованных норм времени на продолжительность выполнения операций называют нормированием технологических процессов

Технически обоснованной нормой времени называют время выполнения технологической операции в определённых организационно - технических условиях, наиболее благоприятных для данного типа производства.

На основе технически обоснованных норм времени устанавливают расценки, определяют производительность труда, осуществляют планирование производства и т. п. Техническая норма времени на ручное напыление материалов[14]

$$t_{шт} = 1,08 * \left( 7,2 * \frac{Fhy}{10^3 g K_H} + t_{оп2} + t_{оп3} + t_{в2} \right) + \frac{5}{Z}, \quad (1)$$

где 1,08 – коэффициент, учитывает время на обслуживание рабочего места и личные надобности рабочего;

$g$ – производительность металлизатора, кг/ч;

$F$  — площадь напыляемой поверхности, см<sup>2</sup>;

$\gamma$  — плотность напыленного металла, г/см<sup>3</sup>;

$h$  — толщина напыленного слоя;

$K_H$  – коэффициент напыления (таблица 7)

$t_{оп2}$ –оперативное время на осмотр и протирку поверхности перед напылением (таблица 8)

$t_{оп3}$  – оперативное время на обезжиривание поверхности растворителем перед покрытием (таблица 9)

$t_{в2}$  – Время на установку, поворот и снятие изделия (таблица 10)

5 – подготовительно заключительный этап;

$Z$  – число деталей в партии.

Таблица 7 - Зависимость коэффициента  $K_H$  от угла атаки газовой струи[14]

Угол атаки	Напыляемый материал			
	Сталь	Цинк	Бронза	Алюминиевые сплавы
90 <sup>0</sup>	0,78	0,72	0,65	0,82
60 <sup>0</sup>	0,39	0,36	0,31	0,41

Таблица 8 - Время на осмотр и притирку поверхности перед напылением[14]

Площадь поверхности см <sup>2</sup>	До 20	20-30	30-50	50-80	80-120	120-200	3000-4000
t <sub>оп2</sub> , мин	0,23	0,26	0,3	0,35	0,4	0,46	8,36

Таблица 9 - Время на обезжиривание поверхности перед покрытием[14]

Площадь поверхности см <sup>2</sup>	До 100	100-200	200-400	400-600	3000-4000
t <sub>оп3</sub> , мин	0,2	0,9	1,4	1,6	9,4

Таблица 10 - Вспомогательное время на установку, поворот и снятие изделия, мин

Элемент операции	Масса изделия, кг				
	До 5	5-10	10-15	15-20	20-200
Поднести, уложить, снять и отнести деталь:					
- работа на столе	0,24	0,39	0,49	0,53	2,70
- работа в приспособлении	0,35	0,58	0,71	0,78	2,7
Повернуть деталь	0,12	0,19	0,24	0,26	1,6

Угол атаки на нашем оборудовании 90<sup>0</sup> используем алюминиевые сплавы поэтому K<sub>H</sub>=0,82

Площадь напыляемой поверхности равна[14]:

$$F = 2\pi RL, \quad (2)$$

R = 10 см;

L = 59,1 см;



$$F = 2 * 3,14 * 10 * 59,1 = 3711,48 \text{ см}^2,$$

$g$ —36 кг/ч;

$\gamma$  —8,8, г/см<sup>3</sup>;

$h$  —0.3мм;

$t_{оп2}$ —8,36 мин;

$t_{оп3}$  — 9,4 мин;

$t_{в2}$  — 0,35 мин;

$Z$  — 5000 шт;

$$t_{шт} = 1,08 * \left( 7,2 * \frac{3711,48 * 0.3 * 8,8}{10^3 * 36 * 0,86} + 8,36 + 9,4 + 0,35 \right) + \frac{5}{5000},$$

$$t_{шт} = 26,8 \text{ минуты};$$

Так же нужно учесть время на дробеструйную обработку и время нахождения детали в печи, а также перемещение с помощью тележки

$$t_{дроб.об} = S * t = 0,371148 * 0,25 = 0,092787 \text{ часа или } = 5,56 \text{ минут}$$

где  $S$ —площадь обрабатываемой поверхности в м<sup>2</sup>

$t_{дроб.об}$  - норматив времени для дробеструйной обработка поверхности трубы.

тобработка в печи= 30 мин

$t_{общ.в.п.и.у}$ = 6 минут

$t_{общ.в.п.и.у}$ =общее время на перемещение детали по участку

Процесс напыления детали составляет 68,08 минут

Произвести контроль напыленной поверхности с по мощью лупы и микрометра.

### 3.2.4 Выбор технологического оборудования

Рассчитанные параметры режима позволяют сформулировать требования к оборудованию для сварки данного сварного изделия.

Основными критериями для окончательного выбора рациональных типов оборудования должны служить их следующие принципы:

- 1 Техническая характеристика, наиболее отвечающая всем требованиям принятой технологии.
- 2 Наибольшая эксплуатационная надежность и относительная простота обслуживания.
- 3 Наибольший КПД и наименьшее потребление электроэнергии при эксплуатации.
- 4 Наименьшие габаритные размеры оборудования.
- 5 Наименьшая масса.
- 6 Наименьшая сумма первоначальных затрат на приобретение и монтаж оборудования.
- 7 Минимальный срок окупаемости. Исходя из соображений технологического, экономического и эксплуатационного характера было выбрано следующее сварочное оборудование [9].

Устройство PowerSource 4- Это устройство обладает многими преимуществами и полезными функциями, которые являются достаточно новыми[16].

- Ток, подаваемый на привод пистолета, может плавно изменяться при помощи потенциометра. Ток напыления в системе определяется производительностью по обработке материала и может изменяться непрерывно вплоть до номинального значения – оно равно 350А и достигается при коэффициенте широтно-импульсной модуляции, равным 100%

- Трехфазный трансформатор и дроссель с переменной индуктивностью позволяет обеспечить оптимальные характеристики дуги и поддерживают стабильность режим работы для любого материала, который наносится в качестве покрытия.

- Трехфазный импульсный регулятор питания обеспечит точную подстройку напряжения и надежный контроль при самых тяжелых рабочих

условиях. Данная функция позволяет выбрать напряжение для напыления любых материалов или комбинаций материалов, обеспечивает высокое покрытие и гарантирует высокую надежность.

- Возможностью непрерывной подстройки потока воздуха, поступающего на сопло пистолета напыления, позволяет управлять текстурой и структурой покрытия.

- Специально спроектированная система подачи проволоки обеспечивает оптимальную подачу материала к пистолету напыления и уменьшает загрязнен проволоки пылью.

- В качестве защиты для оборудования и оператора используется выключатели, останавливающие подачу электричества, тепла сжатого воздуха.

- Для трансформатора и диодов используется принудительное воздушное охлаждение при помощи вентиляторов.

- Установленный дисплеи позволяют быстро получить информацию о работе оборудования.

- В источнике питания установлен датчик тока, который позволяет обнаружить, когда ток превышает заданный предел, заложенный при конструировании (то есть 350А). В этом случае система выключается и загорается светодиод, сигнализирующий о превышении.

- Устройства оборудовано двумя фиксированными колесами и двумя поворотными колесами с тормозами, что обеспечивают удобство обращения и повышают мобильность устройства.

- Все элементы, которые используются для соединения источник питания с пистолетом напыления (такие как силовые кабели, шланги для подачи воздуха, управляющие кабели) используют быстросъемные соединения и расположены на небольшой высоте, что облегчает техническое обслуживание системы[4].

Таблица 11 – Выходные характеристики PowerSource 4.[16]

Характеристика	Значение
----------------	----------

Ток для устройства Powersource 4:	0-350А (при 100% модуляции)
Напряжение:	0-50В, постоянное (номинальное)
Распыляемый воздух:	1,25 м <sup>3</sup> /мин при давлении 5,5 бар, (45 куб.фут при 80 фунт/кв.дюйм)

Следующее используемое оборудование, Установка EuTronic Arc Spray 4 – надежная и удобная при использовании. Ствол дуги и система привода соединены с 350-ти амперным источником тока.

Источник тока отличается хорошей герметичностью приборов управления, что обеспечивает высокую надежность работы, даже в самых жестких условиях окружения среды. Механизм подачи проволоки удобно смонтирован на источнике тока, оставляя его свободным для поворота и перемещения оператором во время напыления. Дополнительные опции включают монтаж устройства на тележке.

В распылительном пистолете отсутствует мотор. Вместо него распылительный пистолет Gun 4 использует запатентованную систему «синхронного привода», в которой отдельный мотор с гибким приводным устройством обеспечивает надежное поступательное движение в режиме push pull с дистанции до 20 м. Это позволило получить большую рабочую зону, легкость и гибкость распыляющего пистолета и питающих кабелей. Условия работы для оператора являются более комфортабельными и продуктивными[3].

- Герметичный 350А источник тока
- Стандартная проволока 1,6 мм. Возможность использовать проволоку от 1,6мм до 2,5мм (опция)
- Для снижения веса кабеля имеют воздушное охлаждение
- Исключительная маневренность пистолета
- Стандартный пакет кабелей длиной 5м
- Изоляционные трубки из усиленной стальной проволокой ПТФЭ (тефлона)
- Легко-монтируемая установка, что снижает стоимость простоев

-Различные варианты подачи проволоки: с бухты, с катушки или с барабана

-Мягкий старт для плавного пуска подачи

Технические характеристики EuTronic Arc Spray 4 приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Технические характеристики EuTronic Arc Spray 4[16]

Размеры(максимальные)	
1	2
Длина:	45,7 см (18")
Ширина:	10,2 см (4")
Глубина:	29,9см (9")
Параметры распылителя	
Максимальный ток:	350А
Вес	
Вес с учетом кабелей, шлангов	4,5 кг

Продолжение таблицы 12

Функционирование	
1	2
Сжатый воздух:	1,25 м <sup>3</sup> /мин при давлении 5,5 бар, (45 куб.фут при 80 фунт/кв.дюйм)
Питание:	18-45 В постоянного тока, от 0-350А
Выходная мощность электродвигателя	0,4 кВт (максимум)

С помощью этого оборудования осуществляется напыления на шток гидроцилиндра первой ступени.

### 3.2.5 Контроль технологических операций

Для предотвращения перегрева детали, ее нужно обдувать сжатым воздухом со стороны поверхности, обратной поверхности напыления или делать технологические перерывы (не более 10 минут) на охлаждение детали.

При перегреве напыляемый материал меняет цвет и что сигнализирует о выгорании напыляемого материала, после напыления такую деталь отправляют на режущий станок для снятия напыленного слоя.

После металлизации и охлаждения, напыленной детали, до температуры окружающего воздуха ее следует снять из приспособления и удалить изолирующую оснастку.

Произвести контроль внешним осмотром с применением лупы 4-7 кратного увеличения. Покрытие должно быть равномерным по толщине, сплошным, без частиц нерасплавленного материала, без трещин, отслоений (вздутий), сколов. Также проверять размеры по всей детали штангельциркулем.

Передать детали в цех, для последующей станочной обработки и шлифовки поверхностей до заданных геометрических размеров согласно чертежу.

Произвести предварительную станочную обработку полученных покрытий при этом на поверхности допускаются следующие дефекты:

- мелкая пористость диаметром не более 0.1 мм на всей поверхности;
- отдельные поры диаметром от 0,1 мм до 1,0 мм включительно;
- цепочка пор диаметром от 0,1 до 1.0 мм длиной не более 10 мм;
- скопление пор диаметром от 0,1 мм до 1,0 мм, при этом площадь каждого скопления не должна превышать 3 см<sup>2</sup>, а общая площадь скопления и цепочек пор на детали не должна превышать 5% металлизированной площади.

Скоплением следует считать рядом расположенные поры, расстояние между которыми менее 3,0 мм. Расстояние между двумя порами должно превышать размер диаметра наименьших из них. Расстояние между скоплениями пор должно быть более 20 мм, а между цепочками пор – более 3,0 мм.

Оценку сплошности сцепления нанесенного покрытия с материалом основным необходимо производить на каждой детали с напыленным покрытием методом обстукивания стальным стержнем.

Обстукивание покрытия осуществляется легкими ударами по поверхности покрытия стальным стержнем диаметром 10 мм и длиной 120 мм. При обстукивании сила удара стержня по покрытию должна исключать появления на поверхности покрытия забоин и вмятин.

Оценка сплошности сцепления покрытия осуществляется на слух и легким прикосновением пальцев руки к поверхности покрытия во время нанесения ударов стержнем по покрытию на расстоянии 10-20 мм от места контакта пальцев с покрытием.

Ровный звонкий металлический звук от удара стального стержня по покрытию и отсутствие ощущения вибраций покрытия соприкасаемым с ним пальцем руки, свидетельствует о сплошности сцепления покрытия с материалом детали.

Глухой и дребезжащий звук от удара стального стержня по покрытию и ощущения вибрации покрытия соприкасаемым с ним пальцем руки свидетельствует о наличии отслоения покрытия от материала детали.

Покрытие, имеющее дефекты выше допустимых норм и несплошность сцепления, удаляется с детали механической обработкой. После удаления дефектного покрытия поверхность детали допускается вновь подвергнуть повторному напылению.

Произвести контроль внешним осмотром напыленных поверхностей с применением лупы 4-7 кратного увеличения. Покрытие должно быть равномерным по толщине, сплошным, без частиц нерасплавленного материала без трещин, отслоений (вздутий), сколов.

### 3.2.6 Разработка технической документации

Главное и основное требование к технологии любых совокупностей операции, выполняемых рабочем месте, заключается в рациональной последовательности операций с использованием необходимых приспособлений и оборудования. При этом должны быть соблюдены соответствующие требования по чертежу, шероховатость, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [17].

Разработка технологических процессов включает:

- 1 расчленение изделия на сборочные единицы;
- 2 установление рациональной последовательности слесарных, контрольных и транспортных операций;
- 3 выбор типов оборудования и способа напыления.

В результате должны быть достигнуты:

- возможная наименьшая трудоёмкость;
- минимальная продолжительность производственного цикла;
- минимальное общее требуемое число рабочих;
- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- возможный наименьший расход производственной энергии.

Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами. Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать:

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- число данных сборочных единиц в изделии;



- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- название цеха;
- указание, откуда должны поступить детали и куда должна быть отправлена готовая единица;
- последовательный перечень всех операций;
- сведения по каждому переходу (приспособления, оборудование напыления, рабочий и мерительный инструмент);
- данные о принятых способах и режимах сварки
- сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов [18].

### 3.3 Приспособления для напыления на шток гидроцилиндра

Поверхность, не подлежащая напылению, изолируется с помощью накладок, экранов из тонколистового металла, закрепленных проволочными скрутками.

### 3.4 Пространственное расположение производственного процесса

#### 3.4.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Для рационального размещения в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требуется разработка плана проектируемого участка[19].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности производства, участок напыления может включать следующие отделения и помещения:

- производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла.

- вспомогательные отделения: склад металла на участке, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов,

ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

- административно - конторские помещения: [19].

Проектируемый в составе завода участок газотермического напыления всегда является, с одной стороны, потребителем продукции заготовительных и обрабатывающих цехов и складов завода, а с другой стороны – поставщиком своей продукции для цехов окончательной отделки изделий и для общезаводского склада готовой продукции. Таким образом, между проектируемым участком для напыления и другими цехами, сооружениями и устройствами завода существует определенная производственная связь, необходимая для облегчения нормального выполнения процесса изготовления заданной продукции по заводу в целом.

### 3.4.3 Расчет основных элементов производства

#### 3.4.3.1 Определение требуемого количества оборудования

Необходимое количество оборудования определяется по формуле [19]:

$$C_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot K_{вн}}, \quad (3)$$

где N – годовая производственная программа, шт.,

N = 5000 шт.;

T<sub>шт</sub>- трудоемкость определенной операции, мин.;

F<sub>д</sub>- действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч,  
F<sub>д</sub>=3760ч;

K<sub>вн</sub> – коэффициент выполнения норм,

K<sub>вн</sub>=1,0.

Определяем необходимое количество вспомогательных приспособлений, оборудования и рабочих и данные расчета сводим в таблицы 13 и 14. Определение количества оборудования осуществляем путем округления расчетного количества оборудования  $C_p$  до целого числа в большую сторону.

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле [19]:

$$K_{30} = C_p / C_{п} \cdot 100, \quad (4)$$

где  $C_p$  - расчетное количество оборудования, шт.;

$C_{п}$  - принятое количество оборудования, шт.

Полученное расчетное количество оборудования приводим в таблице 13.

Таблица 13 – Расчетное кол-во оборудования

Оборудование	$T_{шт, мин}$	Количество $C_p$ , шт	Количество $C_{п}$ , шт	$K_{30}$ , %
Стол для обезжиривания	6,4	0,14	1	14
Печь для закалки деталей «Накал»	30	0,66	1	66
УСТАНОВКА CONTRACOR DBS-100	5,56	0,12	1	12
EuTronic ARC Spray 4	8,69	0,19	1	19
Вращатель на базе токарного станка «красный пролетарий			1	

Таблица 14- Количество оборудования для напыления, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки для предлагаемого технологического процесса

Технологический процесс	$T_{об, мин}$	$C_p$ , шт	$C_{п, шт}$	$K_{30}$
Предлагаемый процесс	62,08	1,11	5	22,2

Для предлагаемого технологического процесса принимаем количество сварочного оборудования в соответствии с количеством рабочих мест, где оно применяется,  $C_{п} = 5$  шт

### 3.4.3.2 Определение состава и численности работающих

Определим необходимое количество основных рабочих. Основными считаются те рабочие, которые заняты выполнением операций технологического процесса по изготовлению продукции. Количество основных рабочих – списочное и явочное определяется по формуле [17].

$$P_{\text{сп}} = \frac{N * T_{\text{ш}}}{60 * F_{\text{д}} * K_{\text{вн}}}, \quad (5)$$

$$P_{\text{яв}} = \frac{N * T_{\text{ш}}}{60 * F_{\text{н}} * K_{\text{вн}}}, \quad (6)$$

где N - годовая программа выпуска изделия, шт.,

N = 5000 шт;

T<sub>ш</sub> - трудоемкость технологического процесса, мин.;

F<sub>д</sub> - действительный фонд рабочего времени, ч

F<sub>д</sub> = 1749ч.;

F<sub>н</sub>- номинальный фонд рабочего времени, ч;

F<sub>н</sub>=1987ч.;

K<sub>вн</sub>- коэффициент выполнения норм,

K<sub>вн</sub>=1.

Численность основных рабочих рассчитывается для двухсменного режима работы. Затем полученное число рабочих распределяют по сменам и по операциям технологического процесса в зависимости от загрузки оборудования на этих операциях. Расчетная величина численности основных рабочих получается дробной, поэтому ее округляют до целого числа в большую сторону и называют принятой P<sub>п</sub>.

Численность вспомогательных рабочих рассчитывается в процентах от основных рабочих по формуле [17]:

$$P_{\text{всп}} = P_{\text{сп}} * \frac{\Pi}{100}, \quad (7)$$

где  $R_{сп}$  - принятое списочное число основных рабочих, чел.;

$P$  - процент вспомогательных рабочих,  $P=25\%$ .

Численность инженерно-технических работников, служащих и младшего обслуживающего персонала определяем по формуле [18]

$$R_{итр} = (R_{сп} + R_{всп}) * P / 100, \quad (8)$$

где  $P$  для ИТР - 8%, служащих - 3%, МОП - 2%.

Результаты расчетов сводим в таблицу 15.

Таблица 15 - Количество рабочих на участке

Предлагаемый вариант технологического процесса	Расчетное	Принятое
Трудоемкость $T_{ш}$ , мин	62,08	
Списочное число основных рабочих $R_{сп}$ и $R_{п}$ , чел.	2,9	3
Явочное число основных рабочих $R_{яв}$ и $R_{п}$ , чел.	2,6	3
Число вспомогательных рабочих $R_{яв}$ и $R_{п}$ , чел.	0,725	1
Расчетная/принятая численность ИТР, чел.	0,29	1
Численность МОП, чел.	0,0725	0
Численность контролеров, чел	0,1	1

#### 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Актуальность данной работы заключается в улучшении качества покрытия штоков при снижении затрат на производство

Покрытие штока гидроцилиндра выполняется с помощью электродугового аппарата, для напыления

Целью данного раздела ВКР является экономический расчет на покупку оборудования, материалов, оплаты рабочих и расчет эффективности проекта на годовой выпуск продукции, который составляет 5000 штук.

##### 4.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Для данного технологического процесса напыления нам потребуется закупить оборудования т.к. на заводе отсутствует оборудование электродугового напыления, цены на закупку нужного оборудования приведены в таблице 16

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [18]:

$$K_{co} = \sum_{i=1}^n C_{oi} * O_i, \quad (9)$$

где  $C_{oi}$ - оптовая цена единицы оборудования  $i$ -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

$O_i$  - количество оборудования  $i$ -го типоразмера, ед.;

Определим затраты на транспортировку и наладку используя коэффициент 10% от стоимости оборудования  $K_{зтн}$

Таблица 16 – Оптовые цены на сварочное оборудование [20-22, 16]

Наименование оборудования	Кол-во оборудования, шт	Цена на единицу оборудования, руб	Затраты на транспортировку и наладку
Стол для обезжиривания Артикул: М - 12фо	1	12340	1234
Печь для закалки деталей «Накал»	1	100000	10 000
Установка CONTRACOR DBS-100	1	93000	9300
EuTronic ARC Spray 4	1	2073157	207315,7
Вращатель на базе токарного станка	1	175000	17550
Итого капитальных затрат			2698896,7

#### 4.2 Определение затрат на основные и обрабатывающие материалы

Для данного технологического процесса нанесения покрытия нам понадобятся две электродные катушки с маркой проволоки EuTronic Arc 532 Сплав Fe-Cr-Mn-C толщиной 1,6 мм, также при обработке поверхности нам понадобится ацетон и дробь для дробеструйной обработки ДЧК 1.2 по ГОСТ 11964-81, определим затраты на приобретения основного и обрабатывающего материала

Таблица 17 - Цена за основной и обрабатывающий материал[23]

Основной и обрабатывающий материал	Цена за единицу, Ц <sub>з.е</sub> руб
Проволока для напыления руб/кг	1319
Дробь ДЧК 1,2; руб/кг	44,84
Ацетон, руб/литр	90



Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [24]:

$$C_{п.с} = \sum_{d=1}^n G_d * k_{nd} * Ц_{п.с}, \text{ руб./изд.}, \quad (10)$$

где  $k_{nd}$  - коэффициент, учитывающий расход проволоки для напыления [18],

$k_{п.с.} = 1,02$

$G_d$  = масса напыленного металла электродной проволоки, кг

$G_d = 0,8$  кг

$Ц_{п.с} = 1319$  - стоимость сварочной проволоки БрОЦ4-3 руб/кг

$$C_{п.с} = 1076$$

Для одной детали требуется 2 кг дробы и 0,25 л ацетона.

Определяем общие затраты по формуле:

$$C_{общ} = Ц_{з.е.д} * 2 + Ц_{з.е.а} / 4 + C_{п.с}, \quad (11)$$

$$C_{общ.об} = 1188,12 \text{ руб}$$

#### 4.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.сд} = (ТС * \sum T_{шт}) * K_d * K_{пп} * K_{рай} [1 + (a) / 100], \quad (12)$$

где ТС - тарифная ставка на 01.01.2018, руб., для рабочих 3его разряда ТС – 375 руб., ;

$K_d$  - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,  $K_d = 1,15$ ;

$K_{пп}$  - коэффициент, учитывающий процент премии,  $K_{пп} = 1,5$ ;

$K_{рай}$  - районный коэффициент;

$K_{рай} = 1,3$ ; а - страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая.

Затраты на заработную плату основных производственных рабочих по данному технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (375 \cdot 1,04) \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (30/100) = 262,3725 \text{ руб.изд}$$

На участке работает 2 человека соответственно общая зарплата будет равна 524,7 руб/изд

#### 4.4 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [15]:

$$W_{мэ} = \sum \frac{U_{ci} \cdot I_{ci} \cdot t_{ci}}{\eta_u} + P_x \cdot \left( \frac{T_0}{K_u} - T_0 \right), \quad (13)$$

где  $U_c$  и  $I_c$  - электрические параметры режима напыления;

$T_0$  - основное время напыления;

$\eta_u$  - КПД оборудования, для предлагаемого технологического процесса:  $\eta_u = 0,73$ ;

$P_x$  - мощность холостого хода источника,  $P_x = 0,4$  Вт;

$K_u$  - коэффициент, учитывающий простой оборудования,  $K_u = 0,5$ ;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле [16]:

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \cdot Ц_{э}, \quad (14)$$

где  $Ц_{э}$  - средняя стоимость электроэнергии по данным ООО «Юргинский машиностроительный завод»,  $Ц_{э} = 2,58$  руб.

Затраты на электроэнергию по предлагаемому технологическому процессу:  $C_{э.с} = 1330,22$  руб.

#### 4.5 Затраты на амортизацию и ремонт оборудования

Затраты на амортизацию и ремонт оборудования при заданном объёме производства определяются по формуле:

$$C_a = \sum_{i=1}^n (C_{oi} * O_i * \mu_{oi} * a_i * r_i) / N, \quad (14)$$

где  $a_i$  – норма амортизационных отчислений для оборудования  $i$ -го типоразмера %

$$C_a = \frac{(100000 * 5 * 66 * 1,17) + (93000 * 12 * 7 * 1,17) + (2073157 * 19 * 12 * 1,75)}{5000} = 188952$$

#### 4.6 Определение затрат на содержание помещения

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [18]:

$$C_{\Pi} = \frac{S * \mu_{oi} * C_{ср.зд}}{N_{\Gamma}} \quad (15)$$

где  $S$  – площадь сварочного участка,  $m^2$   $S = 122 m^2$  - для предлагаемого варианта;

$C_{ср.зд}$  – среднегодовые расходы на содержание  $1 m^2$  рабочей площади, руб./год.м,  $C_{ср.зд} = 250$  руб./год м.

Затраты на содержание здания по базовому технологическому процессу

$$C_{\Pi} = \frac{122 * 1 * 250}{5000} = 6,1 \text{ руб./изд.}$$

Участок не подвергается изменению поэтому расчет на проектирование участка не нужен.

#### 4.7 Расчет технико-экономической затрат и себестоимости

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$З_{\Pi} = C + \beta \cdot K, \quad (16)$$

где  $C$  – себестоимость единицы продукции, руб./ед.;

$\beta$ - норма эффективности дополнительных капитальных затрат,  $\beta=0,15$  (руб./ед)/руб. [24];

$K_u$  - удельные капитальные вложения, руб./ ед.год.

Себестоимость продукции за год определяется по формуле:

$$C = N_{\Gamma} \cdot (C_{\text{общ.об.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{п}}), \quad (17)$$

где  $C_{\text{общ.об}}$  - затраты на основной материал и вспомогательный, руб;

$C_{\text{зп.сд}}$  -затраты на заработную плату основных рабочих, руб;

$C_{\text{э.с}}$  - затраты на силовую электроэнергию, руб;

$C_{\text{п}}$  - затраты на содержание помещения, руб.

$K=2698896,7$ руб

$C = 5000 \cdot (1188,12 + 527 + 1330,22 + 6,1) = 15242200$ руб/изд. Год

$Z_{\text{п}} = 2698896,7$  руб за годовую норму для двух рабочих

#### 4.8 Заключение

В данном разделе была определена заработная плата рабочих, рассчитаны капитальные вложения, затраты на амортизацию и содержание помещения.

По итогам расчета годовая себестоимость продукции равна 15242200 рублей.

Затраты на покупку оборудование для введения данного процесса равные 2698896,7 рублей

## 5 Социальная ответственность

### 5.1 Описание рабочего места

В данной работе ВКР бакалавра рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на участке для электродугового напыления, промышленного предприятия ООО «Юргинского машзавода», в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

Главная цель данного раздела - создать оптимальные нормы для улучшенных условий труда, обеспечить производственной безопасности человека, повысить производительность рабочего, сохранить работоспособности в процессе деятельности, а также охрана окружающей среды.

В связи с тем, что дипломная работа предусматривает разработку нормативной и технической документации, вопросы производственной и экологической безопасности рассматриваются с позиции разработчика комплекта документов.

Производственная среда, организация рабочего места должна соответствовать общепринятым и специальным требованиям техники безопасности, эргономики, нормам санитарии, экологической и пожарной безопасности.

На участке производится сборка и сварка основания крепи МКЮ.2Ш.41. При изготовлении основания осуществляются следующие операции: сборка и сварка механизированная в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении основания на участке используется следующее оборудование:

- Электродуговой метализатор EuTronic Arc Spray 4
- Оборудование для дробеструйной обработки
- Печь для подогрева деталей
- Вращатель на базе токарного станка

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 10 т.

Все работы производятся на участке с площадью  $S = 122\text{м}^2$ .

## 5.2 Техногенная безопасность

Обязательна работа администрация предприятий (учреждения) по обеспечению надлежащего технического оборудования всех рабочих мест и обеспечивать благоприятные условия работы с соответствующими правилами охраны труда (правилам по технике безопасности, санитарным нормам и правилам и др.)[20].

Технологический процесс изготовления детали типа «Шток» характеризуется наличием вредных производственных факторов характерных для машиностроительных предприятий.

На участке, где находится оборудование, могут быть следующие вредные факторы [24]:

- Поражение электрическим током;
- Выделение аэрозолей
- Вращающиеся части станков;
- Слабое и ненадежное крепление инструмента;

Все выше описанные опасные и вредные факторы представляют существенную опасность для рабочего персонала участка, а следовательно возникает потребность в проведении мероприятий снижающих или удаляющих влияние этих факторов на здоровье производственного

персонала. Данные мероприятия должны быть согласованы с санитарно-гигиеническими и другими нормами охраны труда.

### 5.3 Законодательные и нормативные документы

Создание максимально безопасных условий труда для всех сотрудников осуществляется с помощью формализация всех производственных процессов и их подробном описании в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда

Необходимо проведение инструктажей с периодическим тщательным контролем за соблюдением требований охраны труда – данная гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве. Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими.

Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности.

Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний».

Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

1 ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.

2 ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.

3 ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.

4 ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.

5 ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.



6 Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.

7 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.

8 Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

9 Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997. 10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

5.4 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности

#### 5.4.1 Поражение электрическим током

Основными причинами воздействия тока на человека являются: случайные соприкосновение или приближение к токоведущим частям; также главными причинами может являться повреждение изоляции в следствии этого появление напряжения на металлических частях оборудования.

Устанавливает предельно допустимые уровни (ПДУ) напряжений и токов[25].

Согласно ПУЭ производственное помещение участка относится к категории помещений с повышенной опасности, т.к. в нашем помещении присутствуют такие факторы, как токопроводящий пол, так как он железобетонный, и токопроводящая пыль.

Проблему токопроводящих полов возможно решить с помощью оборудования рабочих мест деревянными плитами (решетками). А

токопроводящую. пыль устранять с помощью системы устройств местной вытяжной вентиляции. Мероприятия по защите от поражения электрическим током [25]:

Обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением путем надежной изоляции, вывешивание плакатов и знаков и других предупреждающих обозначений.;

Электрическое разделение сети;

Использовать двойную изоляцию чтобы устранить опасность поражения электрически током, при вывлении напряжения на корпусах и других частях использовать малые напряжения, осуществить для оборудования защитное заземление и зануление

- Применение специальных электрозащитных средств;
- Безопасная эксплуатация электроустановок.

В нашем случае производство «Штока» осуществляется вращателем на базе токарного станка с применением металлизатора. И соответственно все вышеперечисленные требования меры защиты от поражений электрическим током должны применяться на каждом рабочем месте

#### 5.4.2 Вращающиеся части станков

При работе с вращателем на базе токарного станка, в используемом технологическом процессе, возможны такие ситуации как - захват волос или элементов рабочей одежды вращающейся частью вращателя. В следствии этого может возникнуть тяжелая травма или даже возможен смертельный исход. Необходимо проводить следующие мероприятия по устранению травматизма, вызванного вращателем:

Для того чтобы предотвратить захват волос вращающимися частями станков необходимо выдавать рабочим специальные береты [26].

#### 5.4.3 Слабое и ненадежное крепление инструмента

Слабое и ненадежное крепление детали на станке может явиться причиной травм рук (ушибов и переломов) рабочего за станком.

Мероприятия по устранению травматизма, вызванного слабым и ненадежным креплением детали:

Проведение периодического инструктажа, направленного на соблюдение техники безопасности на рабочих местах [27], использование защитных экранов.

#### 5.5 Анализ вредных факторов при изготовлении штока и мероприятия по их устранению

Производственная санитария - это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на рабочих вредных производственных факторов.

Согласно ГОСТ 120003-74. ССБТ [24] все вредные опасные факторы, воздействующие при эксплуатации оборудования, можно классифицировать следующим образом:

а) санитарно-гигиенически: нерациональное освещение, содержание вредных и отравляющих веществ в воздухе;

б) организационно - технические: неправильная организация труда и рабочего места (загроможденность помещения, присутствие ненужных и отсутствие необходимых для работы приборов и приспособлений), недостаточное обучение работников правилам техники безопасности.

Изучение причин производственного травматизма даёт возможность разработать меры по их предотвращению. Важной организационной мерой

является установление научно обоснованных норм по гигиене труда. ГОСТ 120005-74 устанавливает оптимальные и допустимые метеоусловия в зависимости от времени года, категории работ, классификации помещения.

## 5.6 Производственное освещение

При работе на станках недостаточная освещенность рабочего места и производственного помещения в целом приводит к ослаблению зрения и общей утомляемости рабочего.

Мероприятия по устранению недостаточной освещенности: Освещенность рабочего места должна быть согласно СНиП 23-05-95 [28] в пределах 150 - 300 лк. Обеспечить это требование естественным освещением практически невозможно, поэтому должно применяться комбинированное освещение.

Контроль естественного и искусственного освещения в производственных помещениях следует проводить один раз в год.

## 5.7 Расчет искусственного освещения

Недостаточная освещенность рабочей зоны и производственных помещений. Система освещения в цехе должна включать в себя общее и местное освещение. Величина минимальной освещенности должна составлять 200 лк согласно СНиП II - 4-95 [28].

В нашем случае, освещенность цеха, комбинированная - сочетание общего освещения с местным источником света на рабочем месте. При устройстве освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности. Поверхности, отражающие свет,

не должны производить слепящего действия на человека. Наиболее благоприятно для человека естественное освещение.

Физиологами установлено, что при естественном освещении производительность труда рабочих на 10% выше чем при искусственном. Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

#### 5.8 Повышенный уровень шума.

Шум неблагоприятно воздействует на организм человека, вызывает психические и физиологические нарушения, снижение слуха, работоспособности, создают предпосылки для общих и профессиональных заболеваний и производственного травматизма, а также происходит ослабление памяти, внимания, нарушение артериального давления и ритма сердца.

Производственное оборудование и инструменты, создающие в процессе эксплуатации шум, необходимо конструировать в соответствии с требованиями этого стандарта и снабжать паспортом с указанием спектра излучаемой звуковой мощности, определяемой по ГОСТ 12. 1. 003 - 83 ССБТ.

Мероприятия по устранению повышенного уровня шума [18]:  
правильная организация труда и отдыха;

ликвидация шума в источнике его возникновения путем своевременного устранения неисправности технологического оборудования;  
применение звукопоглощающих материалов в конструкциях шумящих механизмов и оборудования;

облицовка помещений (потолка и стен в небольших помещениях) звукоизолирующими и звукопоглощающими материалами;

применение индивидуальных средств защиты органов слуха - наушников, вкладышей, шлемов (ГОСТ 12. 4. 011-89 ССБТ) [19].

Основные источники шума технологическое оборудование в основных производственных участка, металлатор, дробеструйная установка, вращатель.

Максимальная шумовая характеристика станков от 87 до 92 дБ А в соответствии с ГОСТ12.1.003-76. Индекс изоляции шума ограждением составляет 60,4 дБА. Уровень шума около наружной стены здания составляет 31,6 дБА. Поэтому расчет снижения уровня шума на расстоянии проводить нецелесообразно.

## 5.9 Некомфортабельные условия

На рабочем участке, проведения работ возможны отклонения от норм температуры и влажности в силу различных причин, что вызывает дискомфорт работников при выполнении рабочего процесса

Параметры микроклимата 101 в производственном помещении в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 устанавливаются в следующих пределах:

Температура воздуха +19-25 ° С, Относительная влажность - не более 70%, Движение воздуха - не более 0,2 м/с.

Для устранения на рабочем участке некомфортабельных условий выполняют следующее: по нормам указанным в ГОСТ 12.1.005 – 76 в рабочей зоне должна поддерживается относительная влажность и скорость воздушных потоков и постоянная температура, в разные периоды времен года, все это должно поддерживается источниками отопления и вентиляции.

В доступных местах цеха быть аптечки, укомплектованные необходимыми медицинскими средствами для оказания первой помощи пострадавшему.

Также на участок должен быть оборудован системой пожарного оповещения и установлены места со средством тушения пожаров. Кроме того, для создания комфорта, рабочее место должно быть оснащено гибким креслом.

#### 5.10 Региональная безопасность.

Так как при производственном процессе возникают вредные выбросы в атмосферу, возникает проблема охраны окружающей среды.

К вредным парам, выделяемым в атмосферный воздух относятся: пары распыленных металлов, керамики и пластмасс.

Нормативы предельно допустимых выбросов загрязняющих и вредных веществ специально разработаны и утверждены. Главным источником загрязнения воздуха на участке является электродуговое напыление.

Вредные вещества удаляются:

- местными отсосами,
- крышными вентиляторами.

После выполнения технологического процесса на участке остаются отходы.

Все отходы на участке классифицируются как утилизируемые отходы. В них входят кусковые отходы отработанное масло, отходы люминесцентных ламп.

Не утилизируемых отходов на участке почти не имеется, за исключением отходов обрабатывающих растворов.

Работа по сбору, хранению и вывозу отходов проводится по технологической инструкции «Учёт, сбор, хранение и транспортирование промышленных отходов I-IV классов токсичности



### 5.11 Защита атмосферы

Наиболее эффективным направлением уменьшения загрязнения атмосферы является создание безотходных технологических процессов, предусматривающие, например, внедрение замкнутых газообразных потоков.

Однако до настоящего времени основным средством предотвращения вредных выбросов остается разработка и внедрение эффективных систем очистки газов. При этом под очисткой понимают отделение от газов или превращение в безвредное состояние загрязняющего вещества, поступающего от промышленного источника.

Для обезвреживания аэрозолей используют сухие, мокрые и электрические методы. В основе работы сухих аппаратов лежат гравитационные, инерционные и центробежные механизмы осаждения или фильтрационные механизмы.

Механизация и автоматизация производственных процессов, сопряженных с опасностью для здоровья. Применение технологических процессов и оборудования, исключающих появление вредных факторов.

Защита работающих от источников тепловых излучений. Устройство и оборудование вентиляции и отопления. Применение средств воздухоочистки.

Предотвращение выброса вредных веществ в окружающую среду. Вывоз отходов, не подвергающихся вторичному использованию в специальные места захоронения. Применение средств индивидуальной защиты работающих.

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные вести, систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды.



## 5.12 Защита гидросферы

Вода, используемая в промышленности разделяется на группы, охлаждающая, технологическую и энергетическую.

Категорию технологическая вода разделяется на средообразующую, промывающую и реакционную.

Технологическая вода контактирует с продуктами и изделиями. На прямую

Энергетическая вода используется для потребления полученного пара нагревания оборудования помещения и т.д.

Чтобы уменьшить потребление свежей воды нужно спроектировать оборотную и замкнутую систему водоснабжения

При оборотном водоснабжении следует предусмотреть необходимую очистку сточной воды, охлаждение оборотной воды, обработку и повторное использование сточной воды.

Для оборотного водоснабжения следует рассмотреть необходимую очистку сточной воды, повторное использование и обработку воды, охлаждение в процессе оборота воды

Рассмотрим замкнутую систему водоснабжения промышленного предприятия, - это система , где вода используется многократно без очистки и обработки, также исключается образование отходов и сброса использованной воды в водоём.

Под замкнутой системой водного хозяйства промышленного предприятия понимается система, в которой вода используется в производстве многократно без очистки или после соответствующей обработки, исключающей образование каких-либо отходов и сброс сточных вод в водоем.

Необходимость создания замкнутой системы производственного водоснабжения обусловлено:

- дефицитом воды;
- истощением ассимилирующей разбавляющей и самоочищающей способности водного объекта, принимающего сточные воды;
- экономическими преимуществами перед очисткой сточных вод до требований, предъявляемых водоохранным контролем.

Выбор метода очистки и конструктивное оформление процесса производится с учетом следующих факторов:

- санитарные и технологические требования предъявляемых к качеству очищенных сточных вод с учетом их дальнейшего использования;
- количества сточных вод;
- наличия у предприятия необходимых для процесса обезвреживания энергетических и материальных ресурсов, а также необходимой площади для сооружения очистных установок;
- эффективности процесса обезвреживания.

На сегодняшний день вод на предприятии используется в большинстве своем для общих хозяйственных нужд и в системе отопления, соответственно для очистки можно применять фильтры, отстойники или общие очистительные системы

На данном предприятии вода используется в основном для хозяйственных нужд и в системе водяного отопления. Поэтому для её очистки можно использовать общие очистительные системы, либо применять дополнительные отстойники и фильтры.

### 5.13 Защита литосферы

Освоение технологий по прорабатыванию и сбору отходов является наиболее приемлемым способом защиты литосферы

Рациональным решением защиты литосферы от промышленных отходов является решение о применении безотходного типа производства или малоотходного.

Разработка малоотходных ТП в машиностроении позволит увеличить коэффициент использования металла, которое может дать не только технико-экономические выгоды, но и позволит в значительной степени уменьшить количество отходов и вредных выбросов в окружающую среду

Переработка отходов — технологическая операция или совокупность технологических операций, в результате которых из отходов производится один или несколько видов товарной продукции.

Создание товарной продукции одного или разных видов продукции из отходов это технологическая совокупность операций именуемых - переработкой отходов

Утилизация - это широкое понятие процесса переработки отходов, но отличительной чертой утилизации является возможность использования всех видов переработки отходов.

Обезвреживание отходов — операция результатом которой будет являться превращение токсичного отходного вещества в нейтральное и не токсичное вещество.

Централизованная переработка отходов представляет собой совокупность операций по сбору, транспортированию и переработке отходов на специализированном производственном участке.

Централизованная переработка включает в себя операции направленные на сбор, транспортировку, переработку отходов производства на специально оборудованном участке

Локальная переработка отходов представляет собой совокупность операций по переработке отходов, осуществляемых в зоне действия производственной установки, на которой образуются отходы.

Локальная переработка - это операции по переработки отходов, операции выполняются в месте действия производственной установки, из которой появляются отходы.

В настоящее время все больше проявляется проблема осадков сточных вод (СВ), объем которых составляет около 1% от объема сточных вод. При очистке сточных вод образуется три типа осадков: минеральные, органические и избыточный ил. Эти осадки образуются на очистных сооружениях канализации населенных мест и промышленных предприятия. Технология их обработки состоит в их предварительном уплотнении, обезвоживании, компостировании или термической обработки, обезвреживании, затем ликвидации или утилизации

#### 5.14 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

На машиностроительных предприятиях для работников большую опасность представляют пожары, которые, могут причинить огромный материальный ущерб

Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и сооружений имеют большое значение и регламентируются государственными постановлениями и указами.

Обеспечение пожарной безопасности на предприятии один из главных вопросов имеющих важное значение и устанавливаются государственными и восстановительными указаниями

Пожаром является неконтролируемое горение, наносящего материальный ущерб. Согласно ГОСТ 12. 1.004 - 91 ССБТ понятие пожарная безопасность означает состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера [17]:

- а) Халатность и неумелое обращение с огнем(курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) самовоспламенение и самовозгорание веществ.

Пожары могут возникнуть из-за короткого замыкани, перегрузки тока сети, искрения, электрической дуги, статического электричества и.т.п.

Для устранения причин возникновения пожаров в помещении цеха должны проводиться следующие мероприятия:

- а) прохождение сотрудниками противопожарного инструктажа;
- б) вложить знания в сотрудников о месте нахождения средств пожаротушения;
- в) необходимо обеспечить правильный тепловой и электрический режим работы оборудования;
- г) пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения должны содержаться в исправном состоянии и находиться на видном и легко доступном месте.

#### 5.15 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

На участке напыления применяем общеобменную приточновытяжную вентиляцию.

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

В холодный и переходной периоды года при категории работ IIб – работы средней тяжести оптимальные параметры, следующие: температура

от плюс 17 до минус 19оС; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,3 м/с.

В тёплый период года: температура 20÷22о С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с. Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление

На предприятии нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю.

Сокращенная продолжительность рабочего времени применяется для работников:

16 часов в неделю - для работников в возрасте до шестнадцати лет;

5 часов в неделю - для работников, являющихся инвалидами I или II группы;

4 часа в неделю - для работников в возрасте от шестнадцати до восемнадцати лет;

4 часа в неделю и более - для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, в порядке, установленном Правительством

Российской Федерации.

Продолжительность работы накануне нерабочих праздничных и выходных дней.

Продолжительность рабочего дня или смены, непосредственно предшествующих нерабочему праздничному дню, уменьшается на один час.

Работа в ночное время.

Ночное время - время с 22 часов до 6 часов.

К работе в ночное время не допускаются: беременные женщины; инвалиды; работники, не достигшие возраста восемнадцати лет. Женщины, имеющие детей в возрасте до трех лет, работники, имеющие детей-инвалидов.

Сменная работа.



Сменная работа - работа в две, смены - вводится в тех случаях, когда длительность производственного процесса превышает допустимую продолжительность ежедневной работы, а также в целях более эффективного использования оборудования, увеличения объема выпускаемой продукции или оказываемых услуг.

При сменной работе каждая группа работников должна производить работу в течение установленной продолжительности рабочего.

Работа в течение двух смен подряд запрещается.

## Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, был составлен технологический процесс спроектирован участок для напыления штоков первой ступени и произведён расчет себестоимости изготавливаемой продукции.

В ходе проделанной работы были проанализированы способы газотермического напыления и выбран способ электродугового нанесения покрытия, для штоков гидроцилиндров первой ступени

В результате перечисленных нововведений время изготовления одной детали 1 ч. 8 мин.

В данной работе приведено обоснование выбора данной технологии, напыляемых материалов и количество рабочих.

Себестоимость годового выпуска продукции составляет 15242200 рублей.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда.

Годовая производственная программа составляет 5000 изделий.

Площадь спроектированного участка – 122 м;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 0,22 %;

## Список использованных источников

1. Хасуи А. Мorigаки О. Наплавка и напыление / Перевод с японского: Попов В.Н, редакторы: Степин В.С., Шестёркин Н.Г..-М.: Машиностроение 1985 -240с
2. Техническая библиотека // Технологии // Газопламенное напыление [Электронный ресурс] - Режим доступа к ст.: <http://weldzone.info/technology/gas-sputtering/522-gazoplamennoe-napylenie> дата обращения на сайт 20.05.2018
3. Мир современных материалов [Электронный ресурс] - Режим доступа к ст.: <https://worldofmaterials.ru/spravochnik/tekhnologii/123-sverkhzvukovoe-napylenie> дата обращения на сайт 20.05.2018
4. Библиотека технической литературы [Электронный ресурс] - Режим доступа к ст.: <http://delta-grup.ru/bibliot/23/18.htm> дата обращения на сайт 20.05.2018
5. Техническая библиотека [Электронный ресурс]: информационный портал –Режим доступа к ст.: <https://neftegaz.ru> - дата обращения- 14.05.2018.
6. Энциклопедия по машиностроению XXL [Электронный ресурс] - Режим доступа к ст.: <http://mash-xxl.info/info/498577/> дата обращения- 14.05.2018.
7. Лащенко Г.И. Плазменное упрочнение и напыление./ Экотехнология. Киев. 2003- 64 страницы
8. Сидоров А.И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой / 1987. -192 с.
9. ООО «Юргинский машзавод» [Электронный ресурс] - Режим доступа к ст.: <http://www.yumz.ru/> дата обращения- 19.05.2018

10. Центральный металлический портал РФ [Электронный ресурс] - Режим доступа к ст.: [http://metallcheckiy-portal.ru/marki\\_metallov/stk/30XGSA](http://metallcheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/30XGSA) дата обращения - 19.05.2018
11. Cu-prum цветной металлопрокат [Электронный ресурс] - Режим доступа к ст.: <http://cu-prum.ru/bronza/cplav-broc4-3.html> дата обращения - 19.05.2018
12. Кудинов В.В., Бобров Г.В. Нанесение покрытий напылением. Теория, технология и оборудование / Учебник для вузов./ Под ред. докт. техн. наук проф. Митина Б.С. - М.: Металлургия, 1992. — 432 с
13. Т.А. Фролова. Экономика предприятия. / Конспект лекций. Таганрог: Изд-во ТТИ ФЮУ, 2012-202
14. В.С. Ивашко, А.В. Казацкий, К.В. Буйкус. Восстановительные технологии. Методические указания / Рецензенты: О.Г. Девойно, В.А. Лойко Беллоруский национальный исследовательский университет, Минск 2015 – 61
15. Пузряков А.Ф. Технологические основы технологии напыления/ Пузряков А.Ф. -2 изд., перераб. и доп.–М.: Изд-во МГТУ им. Баумана Н.Э. 208 -360с
16. Castolin Eutectic [Электронный ресурс] - Режим доступа к ст.: <https://www.castolin.com/ru-RU/product/eutronic-arc-spray-4-complete-kit>
17. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ.-2000.-С.24с.
18. Крампит Н. Ю. Нормативы времени на сварочные операции: Методические указания / Крампит Н. Ю. Ю.: Изд-во ЮФ ТПУ. - 2002.- 26.
19. Крампит Н. Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. - 2005. - С. 40.
20. Юнона [Электронный ресурс] - Режим доступа к ст.: <http://unonamebel.ru/catalog/stoly-slesarnye/> дата обращения - 19.05.2018

21. ООО "Рик-Маркет" [Электронный ресурс] - Режим доступа к ст.: <https://рик-маркет.com/p30757915-drobestrujnaya-ustanovka-contracor.html> дата обращения - 19.05.2018
22. ЗАО Накал – промышленные печи [Электронный ресурс] - Режим доступа к ст.: <https://www.nakal.ru/news/pech-azotirovaniya-dlya-oao--umpo--/> дата обращения - 19.05.2018
23. Альмет – цветной металлопрокат [Электронный ресурс] - Режим доступа к ст.: <https://almet.ru/bronza/bronzovaja-provoloka/bronzovaja-provoloka-broc43.html> дата обращения - 19.05.2018
24. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2006. – 99 с.
25. Худобин Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для машиностроит. Спец. Вузов. – М.: Машиностроение, 1989.
26. Горбачевич А.Ф., Шкерд В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Выш. Школа, 1983. – 256 с
27. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Том 2. Подред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Суслова- 5-е изд. исправл. – М.: «Машиностроение», 1986
28. Маслов Б. Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении / Учеб. пос. для вузов. - М.:Академия. - 2008. - С. 272.